مثلاً اگر گفته شود کثافت یک جسم 18 است دارای مفهوم مشخص نیست .

آب در $4^{\circ}C$ کثافت اختیاری داشته و تقریباً $1gr/cm^3$ می باشد کثافت جامدات ومایعات نظر به کثافت آب و کثافت غازات نظر به کثافت هایدروجن و اوکسیجن سنجیده می شود .

کثافت یک جسم با تغیر درجه حرارت تغیر میخورد مگر به صورت عمومی این تغیر قابل صرف نظر است، کثافت یک جسم در حالت جامد ، مایع و غاز متفاوت است .

مثلاً کثافت یخ در $0^{\circ}c$ ، $0,92gr/cm^3$ است .

کثافت آب در $4^{\circ}c$ ، $1gr/cm^3$ است .

وکثافت بخار آب $0,598gr/cm^3$ می باشد .

در جدول ذیل کثافت کتلوی وکثافت وزنی بعضی از اجسام درج میباشد

	کثافت kg/m^3	کثافت gr/cm^3
هوا	1,3	0,0013
کارک	250	0,25
چوب	750	0,75
پطرول	800	0,80
پلاتین	920	0,92
یخ $0^{\circ}c$	920	0,92
آب $4^{\circ}c$	1000	1
شیشه	2500	2,5
گرافیت	2700	2,7
المونیم	2700	2,7
فولاد	7800	7,8
سرب	11400	11,4
سیماب	13600	13,6
طلا	19300	19,3
پلوتنیم	21500	21,5
بنزین	710	0,710

(6-7) محاسبه کتله و حجم جسم از روی کثافت :

در عمل شناخت کثافت اشیاء خیلی مهم است . وقتیکه انجنیران به ساختن یک تعمیر شروع می کنند قبل از اعمار تعمیر کتلهٔ آن را حساب کرده و مقدار مصالح مورد ضرورت تعمیر را قبلاً تعین نموده میتوانند. فرض کنیم که کتلهٔ بنزین یک تانکر که حجمش $20m^3$ است تشخیص داده شود از جدول کثافت بنزین را می یابیم که مساوی $710kg/m^3$ تا $0,71gr/m^3$ است پس کتلهٔ $20m^3$ بنزین نظر به کتلهٔ $1m^3$ آن 20 مرتبه زیاد است یعنی $m=p.v=710kg/m^3 \cdot 20m^3=14200kg=14,2\ Ton$

به این اساس کتله را بدون توزین میتوان معین کرد. برای محاسبه کتلهٔ جسم به اساس کثافت و حجم آن باید کثافت را به حجم ضرب کرد یعنی $m=p.v$

اگر کتلهٔ جسم معلوم باشد ا ی کتله و کثافت جسم حجم آن را می توان تعیین کرد. در موارد یکه تعین حجم یک جسم توسط خط کش امکان پذیر نباشد ، از فوق آسانترین طریقهٔ تعین حجم می باشد .

مثال - اگر کتلهٔ یک جسم فولادی $6500kg$ و کثافت آن $7800kg/m^3$ باشد حجم آن چنین دریافت می شود $V=\frac{m}{p}=\frac{6500kg}{7800kg/m^3}=0,83m^3$

(6-8) کثافت نسبی :

کثافت نسبی اشیاء نشان میدهد که کثافت یک شی چند مرتبه نسبت به آب بیشتر است و طوری ذیل نوشته می شود.

$$\text{کثافت نسبی} = \frac{\text{کثافت جسم}}{\text{کثافت آب}}$$

طوری مثال کثافت سرب $11300kg/m^3$ و کثافت آب $1000kg/m^3$ می باشد بناءً کثافت نسبی سرب نظر به آب عبارت است از $\text{کثافت نسبی سرب نظر به آب} = \frac{11300kg/m^3}{1000kg/m^3}=11,3$

در جدول ذیل کثافت نسبی چند شی داده شده است .

کثافت نسبی واحد ندارد و معمولاً وزن مخصوصه تعریف شده است و توسط فورمول ذیل دریافت میشود.

$$\text{کثافت نسبی یک جسم} = \frac{\text{کتلهٔ جسم یا وزن مخصوص یک جسم}}{\text{کتلهٔ یا وزن آب هم حجم آن}}$$ ، فورمول اخیر

خیلی مفید بوده زیرا کثافت نسبی به ارتباط کتله جسم تعین میگردد . تعین کردن کتلهٔ یک جسم نسبت به حجم آن خیلی درست نمیباشد کثافت نسبی یک جسم را وزن مخصوص نیز گویند و زیلا تعریف میشود وزن مخصوص یک جسم عبارت ازنسبت وزن و یا کتلهٔ جسم بروزن و یا کتلهٔ آب مساوی الحجم آن می باشد اگروزن جسم به W و وزن آب هم حجم آن به $\dot{W}$ و وزن مخصوص به P نشان داده شود داریم که $P_w = \frac{W}{\dot{W}}$ همچنان اگر کتلهٔ جسم M_s و کتلهٔ آب هم حجم آن M_w نشان داده شود داریم که

$$P_m = \frac{M_s}{M_w}$$

مواد	کثافت		کثافت نسبی
بطرول	800 kg/m^3	0.80 gr/cm^3	0.80
آب	1000 kg/m^3	1. gr/cm^3	1.0
المونیم	2700 kg/m^3	2.7 gr/cm^3	2.7
مرب	11400 kg/m^3	11.4 gr/cm^3	11.4

(6-9) واحدات کثافت :

در سیستم C.G.S gr/cm^3 و در سیستم M.K.S gr_w/cm^3 و یا kg/m^3 و یا kg_w/m^3 و در سیستم F.P.S $slug/ft^3$ و یا lb_w/ft^3 بوده چون وزن مخصوص اجسام یک عدد مجرد میباشد

$1m^3 = (100cm)^3 = 10^6 cm^3$ و $1kg = 1000\ gr$ بوده چون

بناءً $1gr/cm^3 = 10^3 kg/m^3$ همچنان کثافت کتلوی آب عبارت است از :

$$P_m = P_{آب} = 1000kg/m^3 = 1gr/cm^3 = 1,94\ slug/ft^3$$

همچنان کثافت وزنی آب $P_w = P_{آب} = 62\ lb/ft^3$ می باشد .

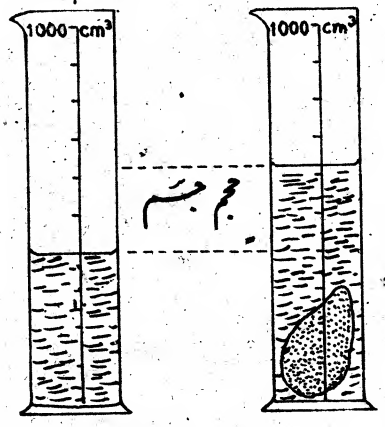
بطور مثال در سیستم C.G.S کثافت کتلوی المونیم $2,7\ gr/cm^3$ است در حالیکه کثافت کتلوی آن در سیستم F.P.S $5,3\ slugs/ft^3$ و کثافت وزنی آن $170\ lb/ft^3$ می باشد .

(6 - 10) تعیین کثافت اجسام :

برای تعیین کثافت یک جسم کتله آن را توسط ترازو معلوم نموده و بر حجم آن تقسیم می کنیم اگر جسم دارای شکل منظم هندسی باشد حجم آن توسط فورمول های هندسی پیدا می شود . مثلاً کثافت آهن مکعب الشکل به کتله 975gr وضلع 5cm مساوی است به :

$$\rho_m = \frac{M}{V} = \frac{975\,gr}{(5cm)^3} = \frac{975\,gr}{125\,cm^3} = 7,8\,gr/cm^3$$

اگر جسم دارای شکل منظم هندسی نباشد برای تعین حجم آن از ظرف های درجه دار کار می گیریم بدین طریق که قبلاً تا درجه معین در ظرف درجه دار آب می ریزیم وبعد از داخل کردن جسم مورد آزمایش در آب ، درجه جدید آب را به دقت میخوانیم . شکل (6 - 7)



شکل (6-7)

اگر حجم اولی را V_1 و حجم دومی را بعد از داخل نمودن جسم در آن V_2 بگیریم پس حجم جسم مورد نظر از رابطه ذیل بدست میآید

$$V = (V_2 - V_1)$$

برای معلوم کردن کثافت جسم مذکور را وزن کرده بر حجم دریافت شده آن تقسیم می کنیم . $\rho m = \frac{m}{V}$

مثال - مکعب مستطیل چوب بلوط که اضلاع 10Cm ، 20cm و 4m و کتله آن 58kg است

a - کثافت نسبی (وزن مخصوص) چوب را دریافت کنید . b - آیا چوب در آب غرق می شود یا نه

حل - a حجم چوب بلوط عبارت است از $V = 0,1m \times 0,2m \times 4m = 0,08m^3$

پس کثافت آن $\rho = \frac{m}{v} = \frac{58kg}{0,08m^3} = 725kg/m^3$

چون کثافت آب $1000kg/m^3$ است بناءً وزن مخصوص آن عبارت است از

$$\text{وزن مخصوص بلوط} = \frac{\rho}{\rho_{H2O}} = \frac{\text{کثافت چوب بلوط}}{\text{کثافت آب}} = \frac{725\,kg/m^3}{1000\,kg/m^3} = 0,725$$

b - تمام موادی که وزن مخصوص یا کثافت آن از 1 کمتر باشد در روی آب شناور میکند.

مثال: سه گلوله مسی، آهنی و سربی هریک به شعاع 3cm مفروض است مقدار کتله های شان را تعین کنید در صورتیکه کثافت مس، $8,9 gr/cm^3$ از آهن $7,8 gr/cm^3$ و از سرب $11,3 gr/cm^3$ باشد

حل -

$$\rho_{cu} = \frac{m_{cu}}{v} \Rightarrow m_{cu} = \rho_{cu} \times v = 8,9 \times \frac{4}{3} \times 3^3 \cdot \pi = 1006,056 gr$$

$$\rho_{fe} = \frac{m_{fe}}{v} \Rightarrow m_{fe} = \rho_{fe} \times v = 7,8 \times \frac{4}{3} \times 3^3 \cdot \pi = 881,713 gr$$

$$\rho_{pb} = \frac{m_{pb}}{v} \Rightarrow m_{pb} = \rho_{pb} \times v = 11,3 \times \frac{4}{3} \times 3^3 \cdot \pi = 1277,35 gr$$

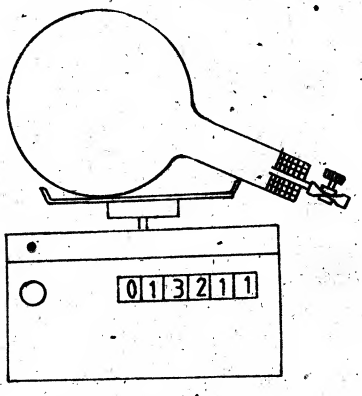
مسایل سوال 3 گروپ اول سوالات 3 و 7 گروپ سوم تمرین را حل کنید.

(6-11) تعین کثافت مایعات:

برای تعین کثافت مایعات استوانه درجه دار را در نظر میگیریم اولاً ظرف مذکور را وزن کرده کتله آن را M_1 می نامیم بعد آن را از مایع ایکه کثافت آن مطلوب است پر نموده وزن می کنیم و کتله آن را M_2 می نامیم از حاصل تفریق این دو کتله، کتله مایع مطلوب حاصل می شود.

$$M = M_2 - M_1$$

که در اینجا M عبارت از کتله مایع مورد نظر است. حجم مایع توسط این ظرف تعین گردیده و کثافت آن از رابطه $\rho_m = \frac{M}{V}$ حاصل میشود.



شکل (6 - 8)

(6-12) کثافت هوا:

کثافت هوا را با دانستن کتله و حجم هوا (توسط یک فلاسک طبق شکل (6 - 8)) پیدا کرده می توانیم کتله این فلاسک را توسط یک ترازوی پله ای حساس اندازه نمائید و کتله آن را یادداشت کنید. فرق هر دو کتله فلاسک با هوا (M_2) و بدون هوا (M_1) کتله هوا (M) را میدهد.

$$M = M_2 - M_1$$

حجم هوا کہ حجم فلاسک می باشد توسط پر نمودن فلاسک از آب واندازه نمودن حجم همان آب توسط سلندر درجه دار پیدا می شود .

مثال : وزن هوا اطاق که اضلاع آن 12ft طول 12ft عرض و 10ft بلندی دارد چقدر خواهد بود درصورتیکه کثافت وزنی آن $0,08\ lb/ft^3$ باشد .

حل - حجم اطاق عبارت است از

$$V = 12ft \times 12ft \times 10ft = 1440ft^3$$

$$\rho_w = \frac{w}{v} \Rightarrow w = \rho_w \times v = 0,08\ lb/ft^3 \times 1440ft^3 = 115\ (lb)$$

تمرینات فصل ششم

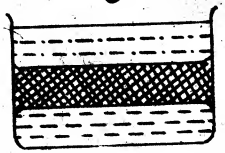
گروپ اول سوالات انتخابی :

۱- کثافت یک جسم معین میشود توسط :

a - ضرب وزن وکتله b - نسبت حجم بر کتله . c - ضرب کتله در حجم . d - نسبت کتله بر حجم

۲- در شکل ذیل دریک بیکر سه مایع نشان داده شده که باهم مخلوط نمی شود یکی آن تیل است کثافت آن $0,76\ gr/cm^3$ می باشد دیگر آن سیماب است کہ کثافت آن $13,6\ gr/cm^3$ می باشد و دیگر آن آب است کہ کثافت آن $1\ gr/cm^3$ می باشد . کدام مایع روی دیگری آن شنا میکند .

a - تیل برآب برسیماب b - آب برتیل برسیماب c - سیماب برآب برتیل d - سیماب برتیل برآب .



۳- کثافت مس $8,9\ gr/cm^3$ است کتله مس کہ اضلاع آن 2cm ، 5cm ، 10cm باشد وزن آن عبارت است از .

8900,0gr_f-d 890,0 gr_f -c 89,0 gr_f -b 8,9 gr_f -a

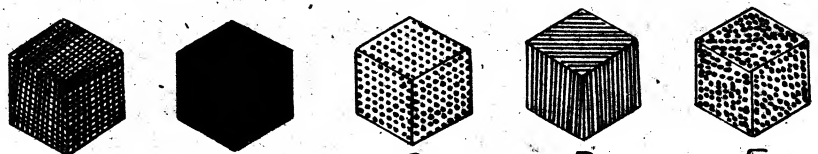
۴- کثافت $200 gr/cm^3$ از جنس kg/m^3 عبارت است از

$2 \cdot 10^5 kg/m^3$ -d $0,2 kg/m^3$ -c $2,0 kg/m^3$ -b $2000 kg/m^3$ -a

۵- بوتلیکه وزن آن $40,0 gr_f$ است. اگر در آن $30 cm^3$ مایع که کثافت آن $1,3 gr/cm^3$ است ریخته شود وزن مجموعی بوتل و مایع عبارت است از:

$71,3 g_f$ -d $79,0 gr_f$ -c $70,0 gr_f$ -b $39,0 gr_f$ -a

۶- در شکل ذیل پنج مکعب که ابعادشان یکسان است و از مواد مختلف ساخته شده نشان داده شده کدام مکعب سنگینتر است.



۷- وقتی که حجم های مساوی آب و پطرول وزن شود دریافت می گردد که.

a- هردو وزن برابر و مساوی دارد. b - وزن پطرول بیشتر از وزن آب است.

c- وزن آب بیشتر از وزن پطرول است. d - وزن آب کمتر از وزن پطرول است.

۸- اگر $10 cm^3$ یک جسم $100 gr$ کتله داشته باشد کثافت آن عبارت است از

$1 gr/cm^3$ -d $110 gr/cm^3$ -c $100 gr/cm^3$ -b $10 gr/cm^3$

۹- بیکر خالی ایکه کتله آن $120 gr$ است وقتی که $30 cm^3$ آب در آن ریخته شود وزن مجموعی را دریافت کنید.

90 gr -d 150 gr -c 30gr -b 120gr -a

گروپ دوم سوالات تکمیلی :

خانیگاه‌های جملات ذیل را به به کلمات مناسب تکمیل نمائید .

۱- اگر حساسیت یک ترازو یک ملی گرام باشد چنین معنی میدهد که کتله ۱۹۲ آن را از ( ) خارج میسازد.

۲- اگر در یک ترازو هرقدر شاهین طویل و کتلهٔ آن سبک باشد به همان اندازه ترازو ( ) است .

۳- نسبت کتله بر حجم بنام ( ) یاد میکنند .

۴- کتلهٔ یک جسم را می توان توسط رابطه ( ) بدست آورد .

۵- در سیستم M.K.S واحد کثافت عبارت است از (

گروپ سوم سوالات عبارتی :

۱- وزن یک جسم را ذریعهٔ اوزان معلوم در تعادل میگیریم (توزین ساده) هرگاه جسم را در کفهٔ راست بگذاریم برای تعادل در کفهٔ دیگر 150 گرام لازم است هرگاه جسم را در کفهٔ چپ بگذاریم باید در کفهٔ راست 36 و 150 گرام گذاشت وزن جسم را دریافت کنید.

۲- اگر 100 گرام را در کفهٔ راست و 101 گرام را در کفهٔ چپ یک ترازو بگذاریم توازن برقرار میماند طول بازو راست ترازو 15 cm است طول بازو چپ را دریافت کنید.

۳- قطر یک سیم مسی را که طول آن 5 m و وزن آن 60g باشد دریافت کنید وزن مخصوص مس 8,9 است .

۴- وزن مخصوص مخلوط طلا و مس 16,1 گرام فی سانتی متر مکعب است وزن طلا را در 100 گرام مخلوط دریافت کنید . در صورتیکه وزن مخصوصه طلا 19,3 وزن مخصوصه مس 8,9 باشد .

۵- در بوتلی که 100 g سلفوریک اسید گنجایش دارد چند گرام گلسرین را گنجانیده می توانیم در صورتیکه کثافت گلسرین $1,26 g/cm^3$ و کثافت سلفوریک اسید $1,89 g/cm^3$ باشد

۶- بیست ملی لیتر محلول نمک طعام با 35 ملی لیتر آب خالص یکجا گردیده هرگاه کثافت نمک

$1,29 gr/cm^3$ باشد کثافت محلول چند است.

۷- یک تختهٔ نازک که طول آن 10cm، عرض آن 8cm است هرگاه کتلهٔ آن 29,2gr و کثافت آن $7,3 gr/cm^3$ باشد ضخامت آن را حساب کنید.

۸- یک صفحهٔ شیشهٔ مربعی که طول کنارهٔ آن 40cm وضخامت آن 0,25 cm است هرگاه کثافت آن $2,6 gr/cm^3$ باشد کتلهٔ صفحهٔ شیشه را حساب کنید.

۹- در یک ظرف که گنجایش 200 گرام شیر را دارد چند گرام روغن زیتون در آن ریخته می توانیم کثافت شیر $1,03 gr/cm^3$ و از روغن زیتون $0,91 gr/cm^3$ است.

۱۰- الیاژی که ۱۰۰ حصه آن قلعی و 17 حصهٔ دیگر آن انتمونی تشکیل داده کوزهٔ که از این الیاژ تهیه شده است 234gr کتله دارد حجم این کوزه را (درصورتیکه هنگام الیاژ شدن تغیر حجمی رخ نداده باشد) تعین کنید درصورتیکه وزن مخصوصهٔ قلعی 7,3 و وزن انتیمون 6,6 میباشد.

۱۱- هرگاه کفه های ترازو تهی باشند عقرب ترازو مقابل تقسیمات چار طرف راست توقف میکند. اگر یک وزن یک سانتی گرام را بالای کفهٔ راست بگذاریم عقربه بالای نقطه 6 طرف چپ می ایستد. وزن که برای برقراری توازن در کفهٔ چپ باید گذاشته شود چند است.

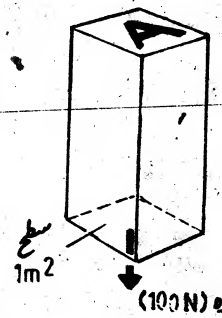
۱۲- استوانهٔ از طلا به قطر 5cm و ارتفاع 20cm داریم کتلهٔ آن را بدست آرید.

۱۳- کتلهٔ گلولهٔ المونیمی که قطر آن 18mm است دریافت نمائید.

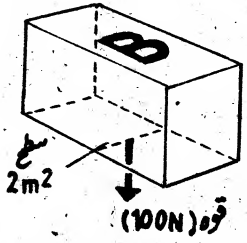
فصل هفتم

(7-1) فشار :

وقتی که قوه بالای یک سطح عمل می نماید تاثیرات قوه بر آن سطح توزیع می شود، ولی تاثیرات بعضی از قوه ها بیشتر از قوه های دیگری می باشد.



در شکل (7-1-a) هردو کنده چوبی دارای عین وزن بوده و هردوی آن عین قوه را بالای زمین وارد میکند. تاثیر قوه ناشی از کنده A که بالای سطح کوچکتر عمل می کند در روی زمین بیشتر از تاثیرات قوه ناشی از کنده B بروی سطح زمین میباشد. بناءً قوه کنده B فی مترمربع زمین نسبت به قوه کنده A فی مترمربع زمین کمتر میباشد یا به عبارهٔ دیگر کندهٔ B فشار کمتر نسبت به کندهٔ A بالای زمین واردی کند یعنی قوهٔ ایکه به طور عمودی بر واحد سطح وارد می گردد فشار نامیده میشود.



پس فشار عبارت از تأثیر قوهٔ عامل میباشد که به طور عمودی بر واحد سطح عمل میکند.

$$\text{فشار} = \frac{\text{قوه}}{\text{سطح}}$$

اگر فشار را به P، سطح را به S و قوه را به F نشان دهیم در آن صورت داریم که.

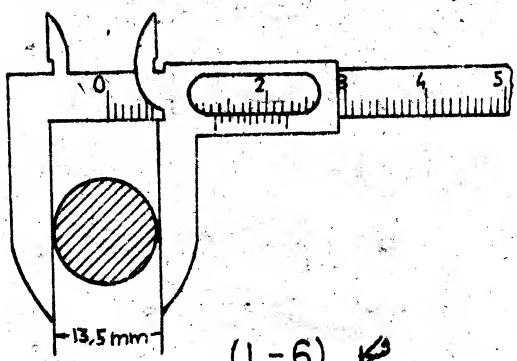
$$P = \frac{F}{S} \quad \left(\frac{N}{m^2}\right)$$

شکل (7-1)

$\frac{1N}{1m^2}$ که بنام پاسکال (P_a) یاد میگردد.

طور مثال نظر به شکل (7-1-b) اگر 100 N قوه بر سطح $1\,m^2$ عمل کند فشار بر سطح مذکور $100\,P_a$ میباشد اگر 100 N قوهٔ بر سطح $2\,m^2$ عمل کند فشار $50\,P_a$ میباشد در نتیجه گفته می توانیم اگر قوه

درشکل (5-1) فاصله PQ را طور ذیل میخوانیم . دیده می شود که درجه صفری ورنیر طول اضافه تر از 7mm را بالای خط کش نشان میدهد برای پیدا کردن قیمت اعشاری مشاهده می نمائیم که درجه هشتم تقسیمات ورنیر B به امتداد یکی از درجه ملی متری خط کش A قرار دارد ، پس خط صفری ورنیر از اولین خط تقسیمات ملی متر خط کش A که در سمت چپ آن واقع است به اندازهٔ $\frac{8}{10}$ ملی متر فاصله دارد پس بین نقط صفری خط کش A و نقط صفری ورنیر B یعنی فاصله PQ برابر به 7,8 ملی متر است درشکل (6 - 1) ورنیر کالیپر قطر گلوله را 13,5mm نشان می دهد . اگر دقت شود خط پنجم ورنیر به امتداد یکی از خط های خط کش ثابت قرار دارد و نقطه صفری ورنیر از اولین خط تقسیمات ملی متر خط کش ثابت که در سمت چپ ان واقع است به فاصله $\frac{5}{10}$ ملی متر فاصله دارد . بناءً قطر گلوله 13,5 mm می باشد .



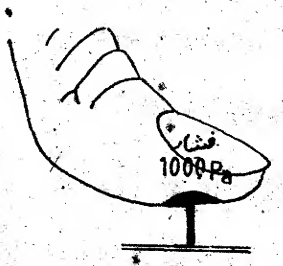
شکل (6 - 1)

(10 - 1) کتله و وزن (Mass and Weight) :

2) وزن : میدانیم که وزن یکی از خواص ماده است و به هر اندازه که مقدار ماده (مجموع ذرات) در یک جسم زیاد باشد به همان اندازه وزن آن بیشتر است . چنانچه همیشه جسمی را بلند نمائیم میگوییم که وزنی را بلند کرده ایم . اگر برای بلند کردن جسمی قوه عضلاتی بیشتر لازم باشد میگوییم که جسم مذکور دارای وزن زیاد تر است و یا این جسم سنگین تر است و یا اگر جسمی یک فنر معین را بیشتر از یک جسم دیگر کش کند میگوییم که جسم اولی از جسم دومی سنگین تر است و بالعکس جسمی دومی از جسم اولی سبکتر است . اگر به این عقیده باشیم که وزن یک جسم و کتلهٔ آن یک چیز است اشتباه

بطور ثابت عمل کند با ازدیاد سطح فشار کم و به کم شدن سطح فشار زیادی گردد . گاهی قوهٔ کوچک میتواند فشار بزرگی تولید کند مثلاً فشاریکه یک سوزن برروی سطح وارد می سازد ممکن خیلی بزرگتر از فشار باشد که یک ساختمان بر سطح زمین وارد می کند.

واحد فشار : اگر قوه به (N) نیوتن و سطح به متر مربع (m^2) اندازه شود در آن صورت فشار به ($\frac{N}{m^2}$) یا پاسکال اندازه می شود. $\frac{N}{m2}$ =Pascal همچنان بار عبارت مقداری فشاری است که قوهٔ یک داین بر یک سانتی متر مربع وارد می کند. 1Pa = 10 Bar

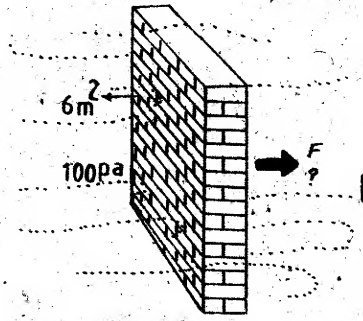


در شکل (2-7) می بینید که یک میخ توسط فشار دست در چوب داخل می شود. علت آن این است که نوک تیز میخ فشار زیاد و سر میخ فشار کم وارد میکند .

مثال : فشار (5000 000Pa) فشار اوسط بروی دیوار در شکل (3-7) 100 Pascal

شکل (2-7)

می باشد اگر مساحت دیوار $6m^2$ باشد چه مقدار قوه بالای آن دیوار عمل کرده. این مثال به بسیار سهولت حل شده می تواند اگر معادلهٔ فشار را تطبیق کنیم .



$$P = \frac{F}{S}$$

$$F = P \times S = 100Pa \times 6m^2 = 600N$$

مثال : خشت کی طول، عرض و ضخامت آن بالترتیب 1m، 2m و 0,5m است دارای وزن 2600 کیلوگرام می باشد

شکل (3-7)

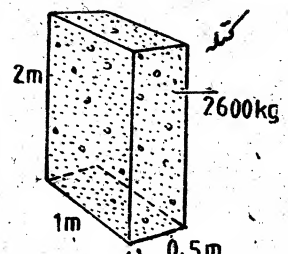
در شکل (4-7) نشان داده شده است فشار وارد بر سطح را در یافت کنید.

حل - چون $S = 1m \times 0.5m = 0.5m^2$ و قوهٔ حامل وزن جسم است لذا $F = m \cdot g$ می باشد

$g = 10\ m/sec^2$.

$F = 2600kg \times 10\ m/sec^2$

$= 26000N$

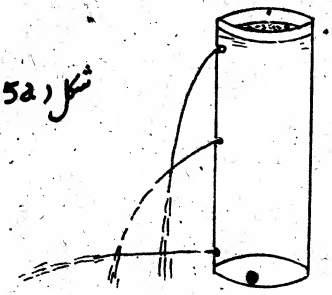


شکل (7-4)

بناءً $P = \frac{F}{S} = \frac{26000N}{0,5\ m^2} = 52000Pa$

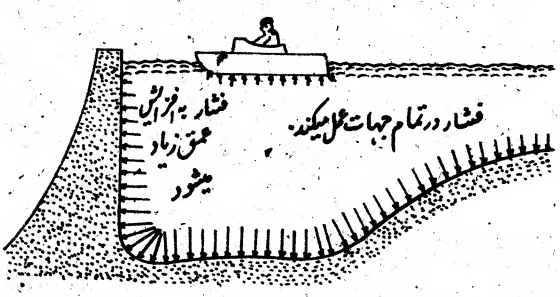
(7-2) فشار مایعات:

قوهٔ جاذبه زمین مایعات را در ظرف مربوط آن طرف پایان جذب میکند این قوه سبب فشار در ظرف میگردد. فشار در مایعات به اشکال مختلف بوجود میآید بعضی از آنها توسط اشکال (7-5a) (7-5b) تشریح میگردد و بعضی از حالات فشار در اشکال (7-5c) نشان داده شده اند. در یک ظرف باز در مایعات حالات ذیل رخ میدهد.



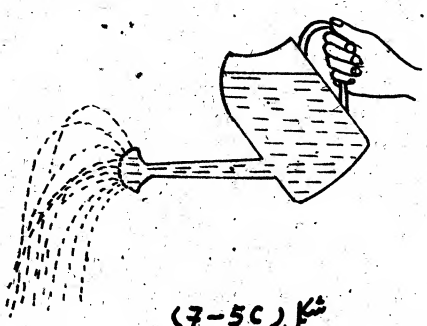
شکل (7-5a)

فشار به افزایش عمق زیادی میشود.



شکل (7-5b)

فشار به عمق افزایش می یابد و به هر طرف عمل میکند.



شکل (7-5c)

فشار در جهت که هدایت شود عمل می کند.

(7-3) فشار در مایعات به تمام جوانب صورت می گیرد :

مایعات به تمام جدارها و یا جوانب یک ظرف که به مایع در تماس باشد فشار وارد می کند .

فشار مربوط به عمق است :

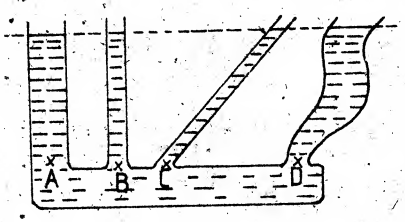
چون در عمق ظرف نسبت به قسمت بالاتر از آن وزن مایع بیشتری باشد بنابر آن فشار زیادتر است

فشار مربوط به کثافت مایع است :

اگر آب یک ظرف توسط یک مایع با کثافت کمتر عوض شود . فشار در تمام ظرف کمتر خواهد شد .

فشار مایع به شکل ظرف تعلق ندارد :

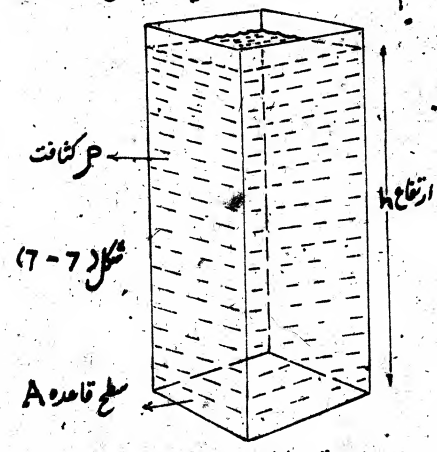
در شکل (7 - 6) مایعات در داخل چهار شاخه به عین ارتفاع استاده می شود و قرار می گیرد ، و فشار در تمام نقاط A ، B ، C و D با وجود یکه شکل و عرض نل ها فرق دارد یکسان می باشد .



شکل (7 - 6)
فشار در نقاط A ، B ، C و D

(7 - 4) محاسبه فشار در مایعات :

فشار مایعات را در تمام نقاط یک مایع تعین کرده می توانیم در صورتی که کثافت مایع و عمق آن نقطه را نظر به سطح فوقانی آن بدانیم شکل (7-7) ظرفی با سطح قاعده A که از یک مایع با کثافت P به عمق h پر شده است نشان میدهد .



شکل (7 - 7)

برای دریافت فشار در قاعدهٔ ظرف باید وزن مایع را که بر قاعدهٔ ظرف فشار وارد می کند محاسبه نمائیم .

سطح قاعده × ارتفاع = حجم مایع
$A \cdot h$ = $A \cdot h$

حجم × کثافت مایع = کتلهٔ مایع
$P \cdot A \cdot h$ = $P \cdot A \cdot h$

کتلهٔ × تعجیل جاذبه زمین = وزن مایع یا قوهٔ وارده به سطح A
$P \cdot A \cdot h \cdot g$ = $P A h g$

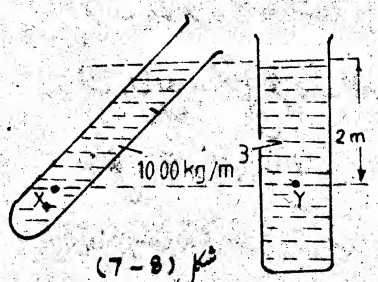
فشار توسط فورمول ذیل اندازه می شود .
$P = \rho g h$

بنا برآن قوه برسطح قاعده $F = P \times g \times A \times h$

پس از این جا میتوان فشار را محاسبه کرد $\text{فشار} = \frac{\text{قوه}}{\text{سطح}} = \frac{P \times g \times A \times h}{A}$

$$P = P \times g \times h$$

از معادله اخیر نتیجه می شود که فشار درون مایع بستگی به مساحت A ندارد بلکه ارتباط به ارتفاع مایع و کثافت آن دارد لذا در معادلهٔ اخیر سطح قاعده شامل نمی باشد فشار در نقطهٔ h تحت سطح مایع با کثافت P عبارت از $P \times g \times h$ می باشد.



شکل (8-7)

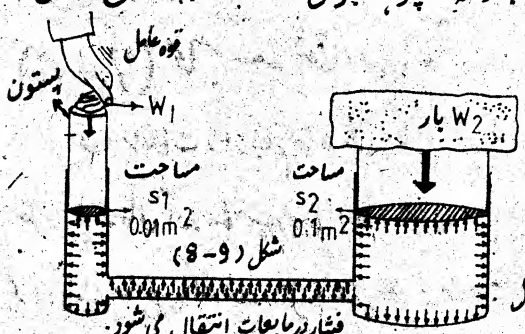
طور مثال فشار مایع در نقاط X و Y در شکل (8-7) ارتفاع

$$P = 1000 kg/m^3 \times 10 N/kg \times 2m$$

$$P = 20\,000 Pas cal$$

(7-5) ماشین هائیدرولیک یا قانون پاسکال :

ماشین هائیدرولیک کار زیاد را توسط فشار مایعات نسبت به رافعه ها و چرخها اجرا می کند. دو خصوصیت مایع انتقال فشار هائیدرولیک را ممکن ساخته. 1- تحت فشار بسیار زیاد حجم مایع تغیر نمیکند. 2- هرگاه به یک سطح از مایع فشار وارد شود این فشار به تمام جوانب توسط مایع انتقال میشود زیرا مایعات به این علت فشار را به همه جهت ها منتقل میکند که هر مالیکول



شکل (9-8)
فشار در مایعات انتقال می شود.

آنها برخلاف مالیکول های جامدات آزادانه حرکت کرده و به آسانی به روی یکدیگری می لغزند این نظریه بنام قانون پاسکال یاد میشود شکل (9-7) ساختمان یک هائیدرولیک را نشان میدهد. همکدام در ماشین هائیدرولیک رابطه ذیل برقرار می باشد $\frac{W_1}{W_2} = \frac{S_1}{S_2}$ طرز کار هائیدرولیک خیلی ساده میباشد سطح مقطع پستون کوچک را تیله میزنیم تیل در بین پایپ به پیش رانده میشود و تحت تاثیر آن بر پستون. کلان قوه به طرف بالا عمل میکند.

ولی چیز مهم دیگر یکه .

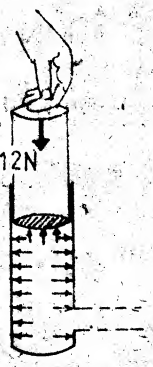
در اینجا دیده می شود آن است که قوهٔ عامل برسطح پستون کوچک کمتر از مقدار بار انتقال شده در پستون کلان می باشد که قوهٔ عامل برپستون کوچک به طرف پایان تیل داخل پایپ را تحت فشار قرار میدهد. که همین فشار در پستون کلان قوهٔ بیشتر که پستون کلان را به طرف بالا تیله می زند تهیه میدارد .

طور مثال :

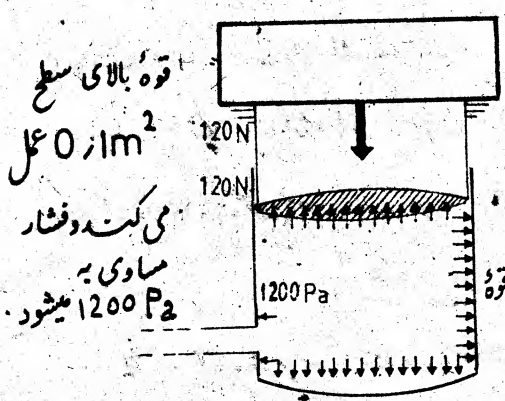
اگر ما قوهٔ 12 N را بر پستون کوچک با مقطع $0,01\ m^2$ مانند شکل (7-9b) وارد می نمائیم فشار حاصله در مایع

$$P = \frac{12N}{0,01\ m^2} = 1200\ P_a$$ (پاسکال)

این فشار توسط مایع انتقال می گردد و به سطح مقطع کلان پستون ($0,1\ m^2$) عمل میکند مانند شکل (7-9C) .



(7-9b)



(7-9C)

سطح × فشار = قوه به طرف بالای پستون کلان

$$= 1200\ P_a \cdot 0,1\ m^2 = 120\ N$$

فرض می کنیم که قوه توسط اصطکاک ماشین ضایع نه شده باشد در آن صورت وزن 120N قوهٔ توسط قوهٔ 12N قابل انتقال می باشد فایدهٔ میخانیکی این جگ عبارت از $\frac{120N}{12N} = \frac{\text{قوهٔ مقاوم}}{\text{قوهٔ عامل}} = 10$ است .

ولی فاصلهٔ انتقال قوهٔ عامل در این مثال 10 چند فاصلهٔ انتقال قوه مقاوم (بار) می باشد و نسبت سرعت های انتقال پستون را نیز می توان محاسبه کرد .

$$\frac{\text{سطح پستون بار (قوهٔ مقاومت)}}{\text{سطح پستون قوهٔ عامل}} = \text{نسبت سرعت ها}$$

تمرینات

گروپ اول: سوالات تشریحی:

۱ - فشار عامل بالای یک سطح 10 پاسکال بوده معنی این جمله چیست؟

۲ - قدم زدن در ریگ زارها با پاهای برهنه نسبت به قدم زدن در سنگ ها مشکل است چرا؟

۳ - قوهٔ 200N بالای یک سطح $4m^2$ عمل میکند فشار چقدر است؟ همچنان فشار چقدر خواهد بود اگر قوهٔ مذکور بر $2m^2$ عمل کند.

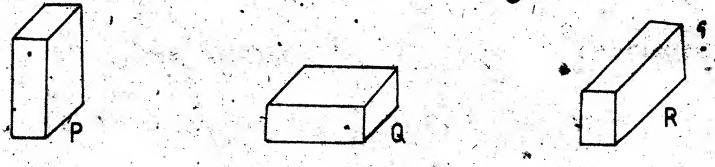
۴ - فشار $1000P_a$ بالای $0,2m^2$ عمل میکند در اینصورت قوهٔ عامل چقدر است؟

۵ - یک کندهٔ چوبی $1,5m \times 0,4m \times 0,1m$ دارای کتله 30kg می باشد توسط رسم نزدیکترین فشار دو کوچکترین فشار این کندهٔ چوب را بالای سطح زمین نشان دهید هم این فشار را در هر حالت حساب کنید.

گروپ دوم: سوالات انتخابی.

سوالات ذیل را به دقت مطالعه نموده و به هر سوال چهار جواب آمده گردیده که در آن یک جواب صحیح می باشد جواب درست را دریافت نمائید.

۱ - اشکال ذیل کنده های از مکعب مستطیل چوبی را نشان میدهد که به سه حالت مختلف استاده شده کدام یک از جمله جوابات صحیح است؟



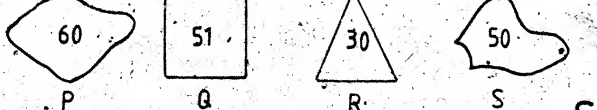
a - فشار در هر سه حالت برابر و مساوی است.

b - حالت P کمترین فشار را دارد.

c - حالت Q بزرگترین فشار را دارد.

d - حالت R بزرگترین فشار را دارد.

۲ - در اشکال ذیل مساحت مقاطع چهار چیز یکه سنگینی آنها با هم برابر اند نشان داده شده کمترین فشار توسط کدام شکل وارد می شود:



S-d R-c Q-b P-a

۲- از جمله های ذیل کدام آنها صحیح نیست .

a - فشار عبارت از حاصل تقسیم قوه بر سطح است .

b - فشار قوه عین معنی را میدهد .

c - فشار در مایعات با زیاد شدن عمق مایع کاهش می یابد .

d - فشار بالای یک نقطه در تمام جهات مساویانه عمل می کند .

۴ - اگر قوهٔ $10^7 dyne$ بر سطح $0,4 m^2$ عمل کند فشار حاصله از آن عبارت است از :

50 $\frac{N}{cm^2}$ -d 30 $\frac{dyne}{cm^2}$ -c 30Pa -b 50Pa -a

گروپ سوم سوالات تکمیلی : خالیگاه های جملات ذیل را به کلمات مناسب تکمیل نمائید .

۱ - ماشین های ئیدرولیک کار زیاد را توسط ( ) نسبت به راقوه ها و چرخ ها اجرا میکند .

۲ - فشار در مایعات توسط رابطه ( ) دریافت می شود .

۳ - اگر قوهٔ به N و سطح به m^2 اندازه شود واحد فشار عبارت از ( ) است .

۴ - در مایعات فشار مربوط به ( ) است .

گروپ چهارم صحیح و غلط :

سوالات ذیل را به دقت مطالعه کنید اگر صحیح باشد پیشروی آن علامهٔ (ص) ، اگر غلط باشد پیشروی آن (غ) بگذارید .

۱ ( ) فشار عبارت از تأثیر قوهٔ عامل عمودی بر یک سطح مربوط آن می باشد .

۲ ( ) فشار به عمق مایع کدام ارتباط ندارد .

۳ ( ) به هر اندازه که کثافت مایع زیاد گردد فشار نیز زیاد می گردد .

۴ ( ) فشار در مایعات توسط رابطهٔ $P = \rho \times g \times h$ محاسبه می شود .

گروپ پنجم سوالات عبارتی :

۱- سطح قاعدهٔ یک پیپ حلبی بشکل مربع که ضلع آن 30 cm می باشد و ارتفاع آن 70 cm است

اگر آن را از بنزین پر کنیم فشار و قوهٔ وارد به سطح قاعدهٔ ظرف چقدر است وزن مخصوص بنزین 0/88 است.

۲- وزن مجموعی یک موتر با سواری آن چند داین قوه است در صورتیکه 600 Bary فشار توسط چهار چرخ آن بالای زمین وارد شده و سطح اتکاء هر چرخ آن $25\ cm^2$ باشد.

۳- فشار هوا در یک محل 65 cm Hg سانتی متر سیماب است این فشار را حسب gr/cm^2 پاسکال حساب کنید و وزن مخصوص سیماب 13/6 و هر نیوتن $\frac{1}{9/8}$ کیلوگرام وزن است.

۴- اگر مساحت دهن کوچک یک ظرف دو دهنهٔ $20\ cm^2$ و مساحت دهنهٔ بزرگ $150\ cm^2$ باشد چند گرام وزن بالای پستون کوچک گذاشته شود تا 1/5 kg را وزن را که روی پستون بزرگ گذاشته شده در تعادل آورد.

۵- شعاع های دو پستون آبی به ترتیب 10 cm و 2 cm است روی پستون بزرگ وزنه برابر 500 kg واردی شود برای اینکه دستگاه در تعادل باشد چقدر قوه بر پستون کوچک باید وارد نمود

۶- سطح منبع آب یک خانه از شیر دهن روی شوئی طبقهٔ اول 12m فاصله دارد و اختلاف فشار بین شیر دهن طبقهٔ اول و طبقهٔ چهارم چقدر است هر طبقه سه مرتبه است.

(7-6) فشار اتموسفیر:

میدانید که ما در روی زمین در قاعدهٔ بحر بزرگ از هوا که اتموسفیر یا جو نامیده می شود زندگی داریم و به علت وزنیکه دارد در حدود 1 kg بر هر سانتی متر مربع سطح زمین وارد می سازد.

گاهی اتموسفیر مانند مایع عمل می کند یعنی فشار اتموسفیر مانند فشار مایع به همه جوانب بوده بنآ فشار آن کم میگردد.

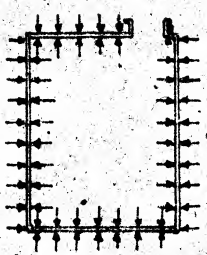
اتموسفیر که لحاف کرهٔ زمین است از سطح کرهٔ زمین آغاز تا 160km ادامه دارد. اتموسفیر کره زمین را از تشعشات مضره وزرات که از خارج آن به زمین بمبارد می شود حفظ می نماید هوای اتموسفیر دارای کثافت متجانس نیست هر قدر که ارتفاع از سطح زمین زیاد می شود هوا نیز رقیق می شود.

در سطح بحر فشار اتموسفیر در حدود 100.000 Pascal

یا $100,000 \frac{N}{m^2}$ می باشد که این فشار

معادل فشار وزن (10) موتر بار دار در یک متر مربع می باشد

این فشار بزرگ توسط نیم کره های میان خالی تشریح گردیده است



شکل (7-10 a-b)

این تجربه بدون نیم کره های ماگدبورگ بطور

ساده نیز انجام می یابد مثلاً اگر توسط یک پمپ تخلیه

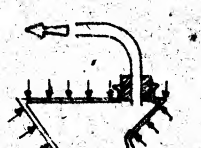
هوا مانند شکل (7-10 a، b) هوای داخل یک گیلنه

را بکشیم چون قبل از تخلیه نمودن گیلنه فشار داخلی و خارجی

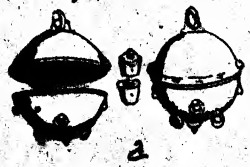
در حال تعادل بودند بنا بر آن بعد از تخلیه نمودن گیلنه از هوا اتموسفیر فشار همه جانبه بر گیلنه وارد میکند

فضای داخلی گیلنه که از هوا کاملاً تخلیه شده

بنام خلأ یاد می گردد .



شکل (7-10-a-b)

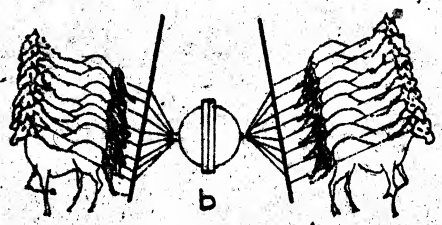


بخاطری وجود شما توسط فشار اتموسفیر خورد

نمیشود که فشار خون در داخل وجود شما کمی بیشتر از فشار

اتموسفیر است . که اثر فشار هوا را خنثی میکند هرگاه

فشار محیط بیش از حد کم شود مایعات درون بدن خارج



شکل (7-11 a-b)

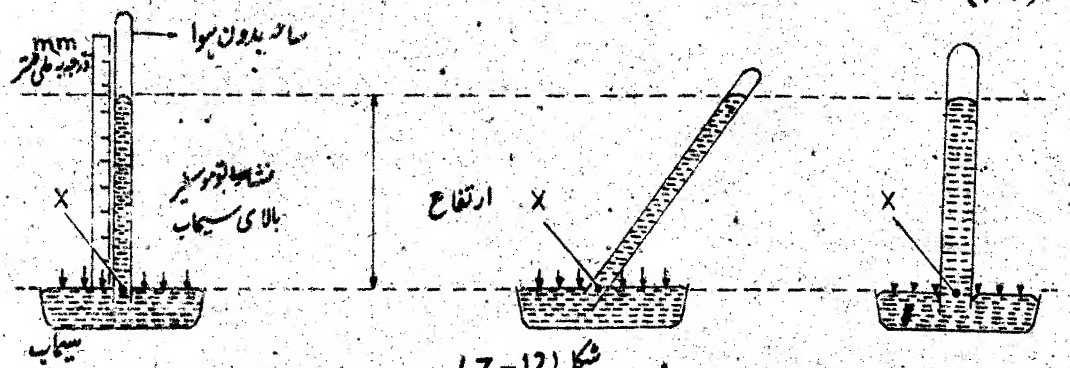
و بافت های بدن متلاشی می شوند به همین دلیل فضا نوردان در فضای خارج از جو مجبور اند لباسهای مخصوص

بپوشند . وقتی که شما توسط یک موتر به یک کوه بلند می شوید فشار بیرون موتر پایان میآید .

(7-7) بارومتر سیمابی :

آلهٔ که فشار اتموسفیر را اندازه میکند بنام بارومتر یاد می گردد . بارومتر ساده سیمابی در شکل (7-12)

نشان داده شده یک نل شیشه ئی که کاملاً از هوا خالی شده و در یک ظرف پر از سیماب مطابق شکل (۱۱-۷)



شکل (12 - 7)

گذاشته شده چون در تیوب شیشئی هوا موجود نیست پس هیچ مانع در مقابل بالا رفتن سیماب در تیوب شیشه ئی موجود نمی باشد یا به عبارت دیگر هیچ مانع برای توقف دادن فشار بر سطح وجود ندارد و سیماب تا زمانی در تیوب بالا میرود تا فشار آن مساوی به فشار اتموسفیر گردد ارتفاع ستون سیماب توسط ملی متر اندازه می شود هر قدر که ارتفاع سیماب زیاد باشد فشار آن بیشتر می باشد. و فشار در مایعات مربوط زاویه تیوب، ضخامت تیوب و شکل تیوب نمی باشد. فشار اتموسفیر به ملی متر ستون سیماب نیز اندازه می شود بطور اوسط فشار اتموسفیر در سطح بحر در حدود (760 mm Hg) است.

(7-8) فشار ستاندرد اتموسفیر:

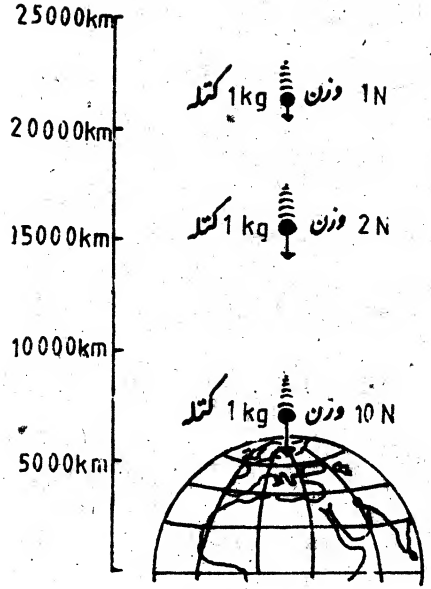
فشار 760 mm ستون سیماب یا یک اتموسفیر، را فشار ستاندرد می نامند مقدار آن را به واحد (pascal) نیز دریافت کرده می توانیم، چون کثافت سیماب $13590\ Kg/m^3$ و ($g = 9,8\ \frac{N}{Kg}$) است بنابرآن فشار اتموسفیر در ستون h سیماب (0,760 m) می باشد. قرار فورمول فشار طور ذیل حساب میگردد.

$$P = \rho \times g \times h$$

$$P = 13590 \times 9,8 \times 0,760 \Rightarrow P = 101300\ P_a$$

پس فشار ستاندرد 760 mm سیماب یا یک اتموسفیر مساوی به 101300 P_a پاسکال میباشد.

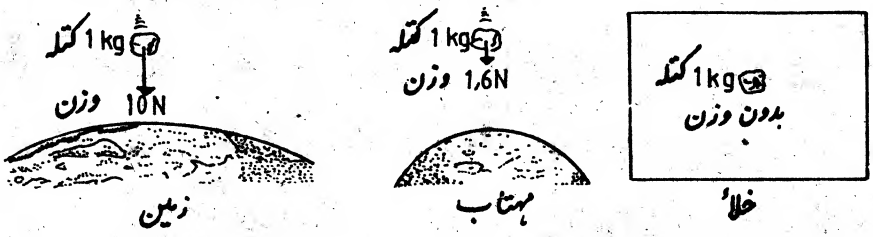
نموده ایم . زیرا اگر جسمی را به ترازوی فنری آویخته به نقاط مختلف روی زمین سفر کنیم متوجه می شویم که نظر به موقعیت های مختلف جسم در روی زمین کشش فنر فرق میکند درحقیقت قوهٔ وارده ازطرف جسم بالای فنر نظر به ارتفاع ازمرکز ثقل زمین فرق میکند . بنابرآن کتله و وزن یک جسم یک چیز شده نمیتواند.



شکل (7 – 1)

وزن یک جسم عبارت ازقوه جاذبه زمین است که بالای جسم عمل میکند و آنرا توسط یک قوه سنج فنری می توان اندازه کرد . همه اجسام روی زمین دارای وزن اند . درحقیقت بالای همه اجسام درروی زمین قوه جاذبه عمل میکند . در یک موقعیت معین روی زمین بالای یک جسم قوه جاذبه ثابتی ازطرف زمین وارد میگردد . باید یاد آور شد که هرقدر ارتفاع یک جسم ازکره زمین زیاد شود از وزن اش کاسته می شود درحالی که درکتله اش تغیر رخ نمیدهد چنانچه درشکل (7 – 1) نشان داده شده .

تجارب به اثبات رسانده که کتله مهتاب نسبت به کتله زمین کمتر است و سنگی به کتله یک کیلوگرام



شکل (8 – 1)

درروی سطح مهتاب فقط وزن (1,6 N) را خواهد داشت طوری که درشکل (8 – 1) نشان داده شده است .. اگر سنگ مذکور درخلا آورده شود و ازهمه قوه های جاذبه دور باشد هیچ وزن نخواهد داشت .

(7-9) بارومتر آبی :

عوض بارومتر سیمابی بارومتر آبی را نیز میتوان استعمال کرد بشرطیکه طول نل را زیاد سازیم زیرا کثافت آب نسبتاً خیلی کم می باشد معادلهٔ $p = \rho \times g \times h$ میتوان برای دریافت ارتفاع ستون نل استعمال گردد. اگر فشار اتموسفیر بطور تقریبی $100\,000\,Pa$ و کثافت آن $1000\,Kg/m^3$ و $g = 10\,N/kg$ باشد پس

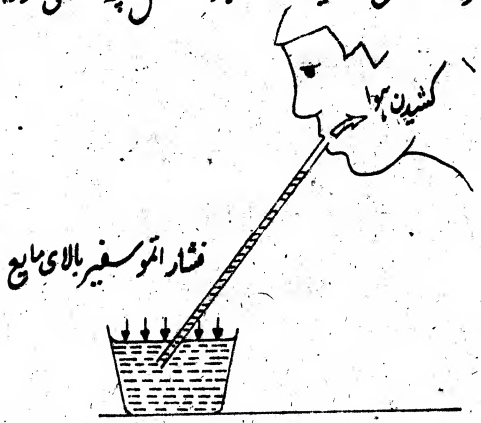
$$P = \rho \times g \times h$$

$$h = \frac{P}{\rho \cdot g} = \frac{100000\ Pa}{1000\ 10\ kg/m^3 \cdot \frac{N}{kgr}} \Rightarrow h = 10\,m$$

در سطح بحریک نل که تقریباً $10m$ طول داشته باشد در ساختن بارومتر آبی میتواند استعمال گردد.

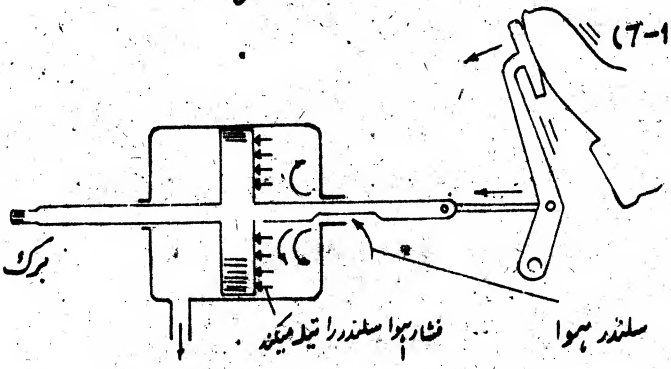
(7-10) مورد استعمال فشار اتموسفیر :

میدانید وقتی که شما ذریعهٔ نیچه مایع را توسط دهن خود به طرف بالا کش کنید فقط شما هوا داخل نیچه را خالی نموده اید و فشار اتموسفیر سبب بالا بردن مایع در نیچه میگردد یعنی تفاوت فشار در قسمت دهن شما و سطح مایع باعث بلند بردن مایع در نیچه می گردد. در واتر پمپ و جارو های برقی و بعضی از چیز های دیگر تفاوت فشار سبب بلند بردن اشیا میگردد.



شکل (7-13)

شکل (7-13) همچنان توسط فشار هوا برک های بعضی از موتر ها نیز کار می نماید شکل (7-14)



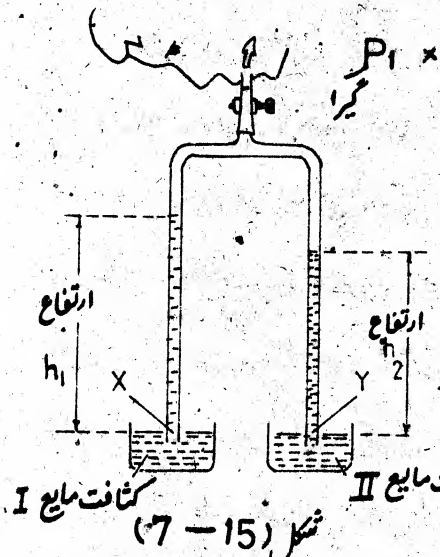
شکل (7-14)

(11 - 7) مقایسهٔ کثافت مایعات :

آلهٔ شکل (15 - 7) برای مقایسهٔ کثافت دو مایع استعمال می گردد. وقتی که هوا داخل ستونهای ظرف کشیده شود قسمت بالائی آن توسط یک کلمپ محکم بسته شود تا هوا داخل آن نگردد قسمت پایان نل (U) یو مانند را بدو مایع مختلف داخل می نمائیم واضح است که مایعات مذکور به ارتفاعات h_1 و h_2 در دو شاخه نل U مانند بلند میآید چون فشار اتموسفیر در سطح هردو مایع یکسان می باشد بنابرآن ازتساوی فشار داریم.

ارتفاع × کثافت مایع طرف راست = ارتفاع × کثافت مایع طرف چپ

$$P_1 \times g \times h_1 = P_2 \times g \times h_2$$



شکل (15 - 7)

طوری مثال - اگر تیل خاک به ارتفاع 1,0m در طرف چپ و آب به ارتفاع 0,8m در طرف راست باشد کثافت آب $1000 kg/m^3$ است کثافت تیل چقدر خواهد بود؟

$$P_1 \times g \times h_1 = P_2 \times g \times h_2$$

$$\text{کثافت تیل خاک} = \frac{0,8 \times 10^3}{1,0} = 800 kg/m^3$$

$$= 0,8 \times 10^3 \ kg/m^3$$

تمرینات

گروپ اول : سوالات عبارتی.

۱- در سطح بحر فشار اتموسفیر بطور تقریبی به پاسکال ستون سیماب و اتموسفیر چقدری باشد.

۲- چرا از سیماب در بارومتر نسبت به آب خیلی استفاده می شود؟

۳- در شکل (15-7) اگر $h_1 = 0,9m$ و $h_2 = 0,72m$ و در یک شاخه آب در شاخهٔ دوم کثافت مایع را تعین کنید؟

۴- چرا در یک نیچه وقتی که شما مایع را به طرف بالا کش می کنید مایع بالا میرود؟ تشریح کنید.

۵ - چرا بارومتر به حیث یک ارتفاع سنج استعمال میگردد.

گروپ دوم سوالات انتخابی : به سوالات ذیل چهار جواب داده شد جواب صحیح را انتخاب نمائید.

۱ - سیماب در بارومترا استعمال می شود زیرا که !

a - نقطهٔ غلیان آن از 100°c بلند است. b - رنگ روشن دارد.

c - کثافت بیشتر دارد. d - مایع است.

۲ - ارتفاع ستون سیماب در بارومتر سیمابی در سطح بحر عبارت است از :

a - 30m سیماب b - 10 cm سیماب C : 76cm سیماب d - 67 cm سیماب

۳ - فشار ستاندرد در مایعات معادل است به .

a - یک اتموسفیر b - دو اتموسفیر c - سه اتموسفیر d - هیچ کدام.

گروپ سوم سوالات تکمیلی : خالیگاه های جملات ذیل را به کلمات مناسب تکمیل نمائید.

۱ - آلهٔ که فشار اتموسفیر را اندازه میکند بنام ( ) یاد می شود.

۲ - فشار ستاندرد 760mm سیماب یا یک اتموسفیر مساوی به ( ) پاسکال است.

۳ - نسبت سرعت انتقال پستون های ماشین هائیدرولیک توسط رابطه ( ) ارائه میگردد.

۴ - حجم مایع در یک ظرف مکعب مستطیل شکل توسط رابطه ( ) دریافت می شود.

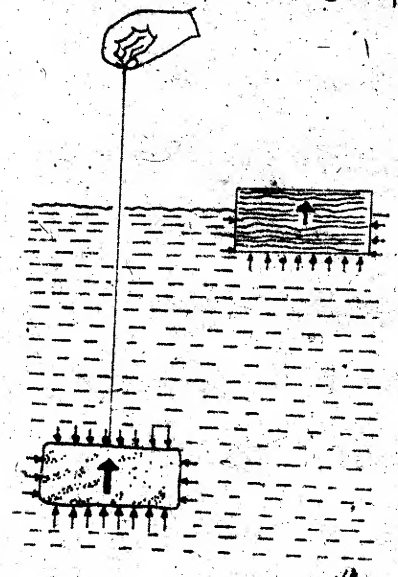
گروپ چهارم : سوالات عبارتی

۱ - اگر وزن مخصوص هوا ثابت بوده و مساوی به 1.3 باشد و از طرف دیگر مربوط به ارتفاع نباشد ارتفاع طبقهٔ هوا وقتی که فشار 76 cm سیماب باشد چند است.

۲ - ارتفاع سیماب را در نل مقیاس الهوا پیدا کنید در صورت که فشار اولا مساوی به $1 Kg/cm^2$ ثانیاً مساوی به یک بار باشد.

(12 - 7) قوانین ارشمیدس و شناوری اجسام:

بیشتر از 2000 سال قبل ارشمیدس دریافت وقتی که اجسام در مایع و یا گاز فرو رود یک مقدار از وزن خود را می بازد و این یگانه دلیلی است برشناوری اجسام.



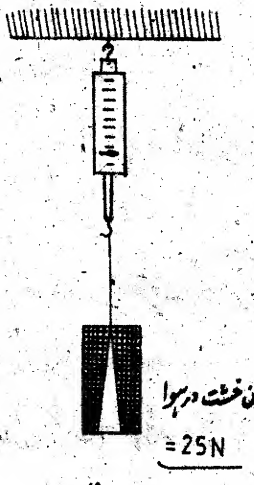
شکل (16 - 7)

اگر هر جسم در آب قرار گیرد از طرف آب یک قوه بالای آن عمل میکند که این قوه را بنام قوهٔ صعودی یاد می نمایند. کافی است که قوه صعودی بعضی اجسام را در حالت شناوری نگاه دارد. یک انسان شنا کرده نمیتواند مگر اینکه قوهٔ صعودی از وزن آن بکاهد.

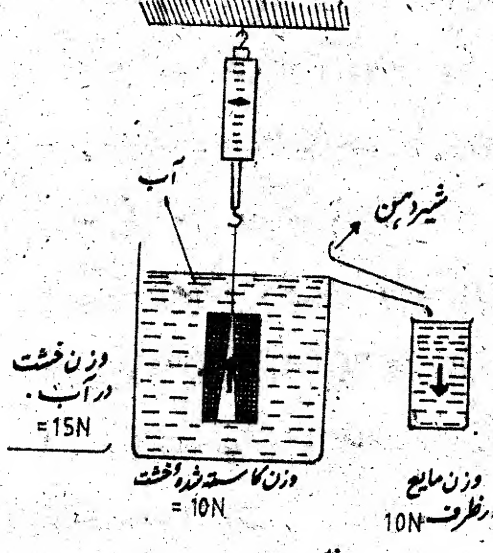
شما قوهٔ صعودی را در شکل (16 - 7) توسط تیر که جهت آن به طرف بالا است دیده می توانید.

(13 - 7) قانون ارشمیدس:

یک خشت فلزی که در شکل (17 - 7) نشان داده شده در هوا دارای وزن 25 N می باشد وقتی که همین جسم در آب غوطه می شود ترازوی فنری وزن ظاهری این جسم را 15N نشان میدهد زیرا وزن



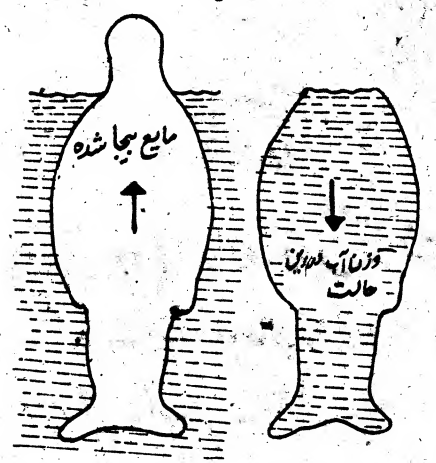
شکل (17-7)



شکل (18 - 7)

جسم توسط قوهٔ صعودی آب به اندازه 10 N کاهش یافته است.

برای دانستن اینکه چقدر آب توسط خشت بیجا شده خشت را به آهستگی داخل ظرف نموده و در زیر شیر دهن ظرف، یک ظرف دیگر (بیکر) را قرار دهید و آب داخل بیکر را وزن نمائید خواهید دید که وزن آب بیجا شده 10N می باشد که این مقدار مساوی به وزن صعودی آب می باشد. شکل (18-7) اگر یک جسم در یک سیال غوطه شود قوه صعودی بالای این جسم مساوی به وزن مایع بیجا شده می باشد این موضوع در شکل (19 - 7) تشریح شده. در اینجا چند نقطهٔ مهم را یاد آوری می شویم



شکل (19-7)

۱ - معنی سیال (مایع و یا گازات است) چون قبلاً مطالعه کردیم که وزن مایع بیجا شده توسط یک جسم مساوی به قوهٔ صعودی است بنابران اگر وزن مایع بی جا شده توسط وجود شما 0,7 N باشد قوهٔ صعودی 0,7 N بالای وجود شما عمل میکند زیرا وجود شما در یک بحر از هوا قرار دارد مانند اینکه جسم در آب قرار دارد.

2 - قوهٔ صعودی به وزن جسم بستگی ندارد. در تجربهٔ پیشتر قوه صعودی بالای خشت سنگینی مساوی به قوهٔ صعودی بالای یک جسم سبک می باشد که عین حجم خشت مورد نظر را دارا باشد.

3 - قانون ارشمیدس بیان می نماید که یک جسم در یک سیال کاملاً غوطه می شود و یا یک قسمت آن غوطه می شود. هرگاه همه جسم یا قسمتی از آن در سیال فرو رود از طرف سیال بر آن قوه وارد می شود که برابر وزن سیال بیجا شده است. این قوه در امتداد قایم و جهت آن از پایان به بالا است.

(14-7) اندازه نمودن کثافت نسبی جامدات:

اگر وزن یک جسم و وزن باخته شده جسم در آب را بدانیم. کثافت نسبی آنرا مطابق تجربه قبلی دریافت کرده می توانیم. وزن جسم 25 N و وزن هر کیلوگرام کتله 10N باشد بناءً کتله جسم در تجربه گذشته

2,5 kg می باشد.

10N = وزن آب بیجا شده = وزن باخته شدهٔ جسم

بنابرآن کتلهٔ آب بیجا شده مساوی 1,0kg می باشد.

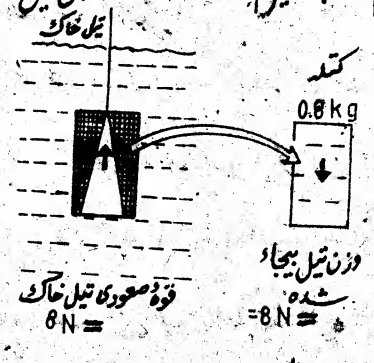
کتلهٔ یک جسم / کتلهٔ آب هم حجم = کثافت نسبی یک جسم

2,5kg / 1,0kg = 2,5 = کثافت نسبی خشت در تجربه گذشته

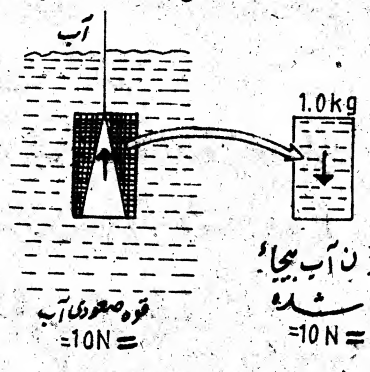
وزن یک جسم / وزن باخته شده در آب = کثافت نسبی یک جسم

(7-15) اندازه نمودن کثافت نسبی یک مایع:

اگر یک جسم در تیل خاک غوطه شود قوهٔ صعودی بالای آن نسبت به قوهٔ صعودی آب کمتر می باشد کثافت تیل خاک کمتر از کثافت آب می باشد بنابرآن تیل خاک که در اثر فرو رفتن یک جسم بیجا شده دارای وزن کمتر نسبت به وزن آب بی جا شده توسط همان جسم می باشد. طوری که در شکل (7-20 a) و (7-20 b) دیده می شود. توسط اندازه نمودن قوهٔ صعودی بالای یک جسم در آب و تیل خاک، کثافت نسبتی تیل خاک را



شکل (7-20-b)



شکل (7-20-a)

می توان دریافت کرد. در مثال خشت قوهٔ صعودی در آب 10N و در تیل خاک تنها 8N است با استفاده از قانون ارشمیدس وزن تیل خاک بیجا شده توسط خشت مساوی به 8N و وزن آب بی جا شده

توسط خشت 10 N می باشد. فرض می کنیم هرکیلوگرام یک جسم درروی زمین 10N باشد در آن صورت وزن تیل خاک بیجا شده توسط خشت 0,8 kg وزن آب بیجا شده توسط خشت درروی زمین 1,0 kg می باشد.

$$\frac{\text{کتله مایع}}{\text{کتله آب هم حجم اش}} = \text{کثافت نسبی یک مایع}$$

$$\frac{0,8\,K}{1,0\,K} = 0,8 = \text{کثافت نسبی تیل خاک}$$

این نتیجه از استعمال معادله ذیل نیز بدست میآید

$$\frac{\text{وزن باخته شده یک جسم در مایع}}{\text{وزن باخته شده یک جسم در آب}} = \text{کثافت نسبی یک مایع}$$

تمرینات

سوالات عبارتی:

۱- سنگی را به وزن 0,5 kg بانخی بسته در آب نگاه می داریم وقتی که به کمک همین نخ سنگ را از آب بیرون بیاوریم تا می شکند علت این حادثه را بیان کنید.

۲- استوانه از موم به ارتفاع 30 cm وشعاع 2 cm ووزن مخصوص 0,96 روی آب عادی به وزن مخصوص 1,00 شناوری می نماید حجم قسمت غوطه در آن را تعیین نمائید.

۳- گلوله از آهن به وزن 780gr را در داخل آب می کنیم 100gr از وزنش کاسته می شود وزن مخصوص آهن را بدست آرید.

۴- اگر یک الیاژ طلا و نقره را به وزن 300gr داخل آب کنیم 26,5gr از وزنش کاسته می شود فیصدی هردو فلز را بدست آرید.

۵- وزن جسم $\frac{5}{9}$ وزن همان جسم در هوا می باشد وزن مخصوص آنرا بدست آرید

۶ - $30\,cm^3$ طلا و $50\,cm^3$ نقره را با یکدیگر یکجا می کنیم فرض می کنیم که در این عمل حجم آنها تغییر نمی کند اگر الیاژهای مذکور را در سیماب فرو می بریم وزن آن چقدر خواهد شد، وزن مخصوص طلا، نقره و سیماب بالترتیب 19,4 ، 10,5 و 13,6 میباشد.

۷ - یک قطعه یخ به وزن 506 gr روی آب شناور است اولاً حجم کل یخ را بدست آرید و ثانیاً حجم قسمت غوطه ور را پیدا کنید وزن مخصوص یخ 0,92 می باشد.

۸ - دو استوانه داریم که شعاع آن ها با هم مساوی اند یکی بالای دیگری نصب شده یکی آن از پلاتین و دیگر آن از آهن است. طول آنها مساوی است اگر این جسم را در جیوه بگذاریم چه خاصیتی رخ میدهد.

۹ - یک پارچه چوب صنوبر داریم که وزن آن 180 گرام است. در حصه تحتانی آن یک قطعه سرب است وزن این قطعه را دریافت کنید.

a - در صورتیکه این جسم در بین آب در تعادل باشد.

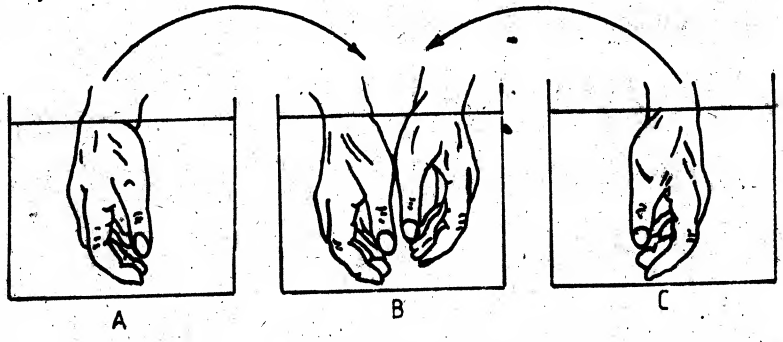
b - در صورتیکه جسم مذکور بالای آب شناوری نموده $\frac{4}{5}$ حجم آن داخل آب میباشد.

فصل هشتم

حرارت

(8-1) مقدمه راجع به حرارت:

در حیات روزمره ما به مفاهیم سرد، شیرگرم، گرم و داغ آشنائی داریم و می توانیم تشخیص نمائیم که آیا دو جسم بصورت مساویانه گرم اند یا نه. اما ادراک انسان برای تشخیص گرمی آن قدر حساس نبوده چنانچه این حقیقت را می توان توسط آزمایش ذیل مشاهده نمائیم برای این مقصد سه ظرف را که در آنها آب ریخته شده



شکل (1 - 8)

از نظر میگذرانیم مانند شکل (1-8) طوریکه در ظرف C آب گرم و در ظرف B آب شیرگرم و در ظرف A آب خیلی سرد است حال دست چپ خود را در آب گرم و دست راست خود را در آب سرد برای مدتی قرار میدهیم به تعقیب این عمل ما هر دو دست خویش را در آب شیرگرم داخل می کنیم به مشاهده میرسد که دست چپ ما احساس سردی و دست راست ما احساس گرمی میکند درجه گرمی یک جسم را درجه حرارت آن جسم می نامند.

هرگاه دو جسم که درجه های حرارت مختلف دارند به تماس همدیگر آورده شوند بعد از گذشت زمان به ملاحظه میرسد که هردو جسم عین درجه حرارت را اختیار می نمایند یعنی جسم گرم یک مقدار گرمی خود را به جسمی که سرد است میدهد. درجهٔ حرارت توسط میزان الحراره و مقدار حرارت توسط کالوری متر اندازه می شود. **مقدار حرارت عبارت از انرژی حرارتی است که در یک جسم موجود باشد.**

(2-8) حرارت چیست :

از زمان قدیم علماً به این عقیده بودند که حرارت یک سیال است یعنی وقتی که به یک جسم حرارت داده شود سیال بنام کالوریک (caloric) به آن داخل می شود و باعث گرمی آن می شود.

اما وقتی که جسم سرد شود کالوریک از آن خارج می شود و نظر به نظریات جدید حرارت نوعی از انرژی است. نظریه جدید قبول شده در مورد حرارت نظریه حرکی مالیکول ها است. یعنی از اثر حرکت اهتزازی مالیکول ها حرارت تولید می شود. وقتی که به یک جسم جامد ضربه وارد شود مالیکول های آن نوع از حرکت را بنام هیجان حرارتی اختیار میکنند بعد مالیکول ها با یکدیگر تصادم کرده و این تصادمات باعث گرم شدن مالیکول های مجاور میگردد. که این نظریه در مایعات و گازات که حرکت مالیکولی سریع دارند نیز قابل تطبیق است بناءً حرارت را چنین تعریف می کنیم. **حرارت عبارت از یک پدیدهٔ فزیکی است که در اثر انجام کار میخانیکی و یا عملیه کیمیاوی تولید می شود.** باید درجه گرمی را با حرارت که شکل از انرژی است اشتباه کرد. در سال 1800 ع رامفورد یک نفر متخصص نظامی و ساینس دان در ماشین خانهٔ حربی مونشن به جوش آمدن آب را بدون وجود آتش مشاهده کرد در این ماشین خانه استوانه فلزی بزرگی را توسط برمه سوراخ می کردند و برای اینکه برمه را سرد نگهدارند یک مقدار آب را در بین استوانه انداخته بودند بنابر حرکت برمه حرارت زیاد یکه در اثر اصطکاک تولید می شد آب به جوش میآمد. **از اینجا رامفورد نتیجه گرفت که یک مقدار حرارت زیاد را می توان توسط اصطکاک حاصل کرد.**

b) کتله Mass

مقدار ماده یا مجموع ذرات موجود در یک جسم بنام کتله آن جسم نامیده میشود.

در شرایط عادی مقدار ماده در یک جسم تغیر نمیکند لذا کتلهٔ آن جسم ثابت می ماند ممکن در بعضی حالات یک جسم در فضا در حال بی وزنی باشد اما کتله آن ثابت می ماند .

البرت انشتین با محاسبه نشان داد که کتله یک جسم مطلقاً ثابت نیست بلکه به افزایش سرعت حرکت جسم کتله آن افزایش میکند اما این تغیرات کتله به سرعت های نزدیک به سرعت نور محسوس است سرعت نور در یک ثانیه 300000 $\frac{km}{sec}$ است چون اجسام بزرگ را نمیتوانیم با چنین سرعت ها حرکت دهیم. لذا تغیر کتله آن ها در اثر حرکت ناچیز است. این تغیر کتله فقط برای ذره های مانند الکترونها و پروتون ها که می توانند به سرعت های بسیار زیاد حرکت کند قابل قبول است .

کتله یک جسم را توسط ترازوی شاهین دار (دوپله ئی) با کتله های معیاری میتوان مقایسه کرد .

تمرینات فصل سوم

گروپ اول : سوالات صحیح و غلط

سوالات ذیل را به دقت مطالعه کنید اگر صحیح باشد در پیشروی آن علامه (ص) و اگر غلط باشد علامه (غ) بگذارید .

1 ( ) اگر یک جسم از سطح زمین به تدریج بلند برده شود از وزن آن کاسته می شود .

2 ( ) در یک موقعیت معین در روی زمین قوهٔ جاذبه بالای یک جسم فرق میکند.

3 ( ) اندازه گیری تهداب واساس علم فزیک را تشکیل میدهد .

4 ( ) واحدات طول، کتله و وقت واحدات اساسی در فزیک بشمار نمی آیند .

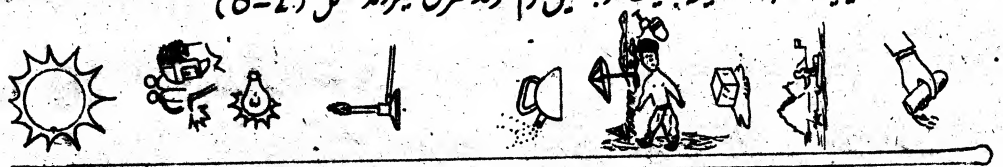
5 ( ) مجموع ذرات که یک جسم را تشکیل می نمایند بنام کتله یاد میشود .

چهل سال بعد جیمز ژول به اثر تجارب دقیق نشان داد که دائماً یک مقدار انرژی میخانیکی سبب تولید یک مقدار حرارت می شود. بناءً تجارب راموفورد و ژول نشان داد که انرژی میخانیکی و حرارت باهم معادل بوده وحرارت نیز یک شکل از انرژی می باشد مثلاً تولید حرارت بطریق میخانیکی از اثر مالش دست ها باهم دیگر حاصل می شود.

(3 - 8) اثرات حرارت :

اکثر خواص فزیکی اجسام تابع درجه حرارت آنها است ما میدانیم که ابعاد اجسام در اثر حرارت تغییر میکند بصورت عموم اجسام جامد، مایع وگاز در اثر گرمی انبساط می نمایند. البته بعضی از مواد از این امر مستثنا اند. مثلاً آب در اثر گرمی منقبض می شود. حالات سه گانهٔ اجسام نیز تابع درجه حرارت است مثلاً آب می تواند به سه حالت یخ، آب و بخار عرض وجود نماید.

اینکه کدام یکی از این سه حالت به ظهور میرسد مربوط به آنست که جسم یا مادهٔ مورد نظر کدام درجه حرارت دارد. بر علاوه خواص میخانیکی، کیمیاوی، نوری و برقی اجسام نیز تابع درجه حرارت می باشد. یک مثال خیلی مهم که در اینجا به ذکر آن می پردازیم این است که مقاومت برقی یک جسم تابع درجه حرارت آن است. مقاومت برقی یک فلز با افزایش درجه حرارت فلز مذکور بلند میرود. برخلاف مقاومت یک نیم هادی با بلند رفتن درجه حرارت نیمه هادی کم می شود. مثال مهمی راز کیمیا نیز قابل تذکر میدانیم بعضی از مخلوط ها مواد کیمیاوی بعد از اینکه به یک درجه معین گرم شوند محترق میگردند شکل (2-8)


مرکز آفتاب 15000000 °C
سطح آفتاب 6000
شعاع ولرنگ 3600
روشن شدن ذوب آهن 2800
حرارت قلعی 1540
900
جوش آب 100
درجه ثبت بلندترین درجه حرارت بدن 37
روزهای گرم تابستان 25
نقطهٔ ذوب یخ 0
روز سرد -10
نقطهٔ انجماد سیماب -39
درجه پائین ثبت شده در انتارکتیک -88
درجه که گاهی بالای شهر بوفیل می گردد -183
صفر مطلق -273 °C

(8-4) تولید حرارت :

الف) توسط عمل کیمیاوی : از تعاملات کیمیاوی حرارت تولیدی شود مثلاً احتراق عملیه کیمیاوی است که تولید حرارت می کند .

ب) توسط جریان برق : هرگاه از یک مقاومت برقی جریان برق عبور نماید بلا خطه میرسد که مقاومت گرم می شود مثلاً منقل .

ج) توسط کار میخانیکی : از اثر قوهٔ اصطکاک حرارت تولید می شود . مثلاً بعد از طی یک فاصله نسبتاً طولانی تایر موتر گرم می شود . بناءً در موجودیت قوه اصطکاک از کار میخانیکی حرارت تولیدی شود مثلاً از سوهان کردن آهن .

(8-5) حرارت نوعی از انرژی است :

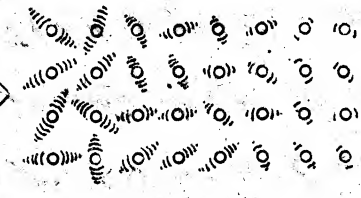
از مثال های گذشته به این نتیجه رسیدیم که حرارت توسط عملیه های مختلف تولید شده می تواند یعنی حرارت توسط انرژی کیمیاوی ، برقی و میخانیکی بمیان آمده می تواند . لذا گفته میتوانیم که حرارت نوعی از انرژی است بناءً در تولید حرارت انرژی کیمیاوی ، برقی و میخانیکی به مصرف میرسد . همچنان انرژی حرارتی به انواع دیگری از انرژی ها تبدیل شده می تواند .

مثلاً از احتراق پطرول یا دیزل انرژی حرارتی که در ماشین تولیدی شود به انرژی میخانیکی (حرکت ماشین) تبدیل میگردد .

(8-6) ماهیت حرارت :

چون حرارت نوعی از انرژی است که این انرژی در جامدات ، مایعات و گازات نهفته است از جانب دیگر میدانیم که تمام مواد از ذرات کوچک اتوم ها و یا مالیکول ها تشکیل شده اند . این ذرات در مواد در حال سکون نبوده بلکه همیشه حرکت های غیر منظم را انجام میدهند از تشریحات فوق نتیجه گرفته می شود که هر ذره دارای انرژی میخانیکی است چون بین ذرات قوه های کشش وجود دارد به سبب وضع یا حالتی

که نسبت به یکدیگر دارند دارای انرژی پوتنشیل نیز هستند که مجموع انرژی پوتنشیل و انرژی حرکی تمام مالیکول های یک ماده را انرژی درونی آن می نامند. درصورت مایعات و گازات این ذرات دارای انرژی حرکی اند. درحالیکه در اجسام جامد انرژی ذرات تنها انرژی اهتزازی آنها است. (شکل 3 - 8).



شکل (3 - 8)

(8-7) درجه حرارت :

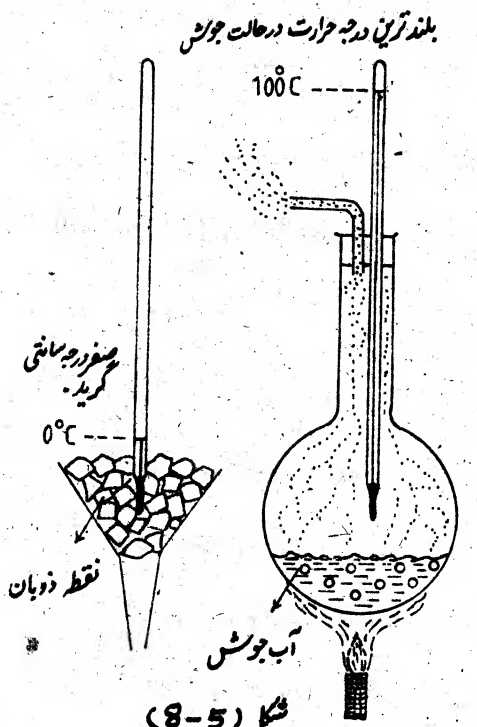
طوریکه فزیک علم اندازه گیری است لازم است مقیاسی برای اندازه گیری درجه حرارت داشته باشیم آلهٔ که برای اندازه گیری درجه حرارت از آن استفاده میشود ترمامیتر نامیده می شود ترمامتر عبارت از نل شیشه ٔ باریک سربسته است که حاوی سیماب و یا الکول می باشد. مواد داخلی ترمامتر در اثر حرارت انبساط و در اثر برودت انقباض میکند شیشهٔ که ترمامتر از آن ساخته شده است آنقدر زیاد انبساط نمیکند که درجات موجود بالای شیشه را تغیر بدهد سوراخ داخل ترمامتر که از هوا تهی است بعضاً به اندازهٔ موی سر انسان باریک است که به اندکترین تغیر درجه حرارت انبساط و انقباض را به وضاحت نشان میدهد حصهٔ بیرونی شیشهٔ ترمامتر مندرج گردیده است ترمامتر اقسام زیاد دارد که در آنها ترمامتر سیمابی و الکولی بیشتر معمول است شکل (4 - 8)

شکل (4 - 8)

(8-8) ترمامتر سلیزیوس (سانتی گرید) :

اندازه گیری درجه حرارت را با ترمامترها اجرا می نمایند که از جمله ترمامتر سیمابی زیاتر مروج است ترمامتر سیمابی متشکل از یک نل شیشه ئی است که در انجام آن یک محفظه حاوی سیماب است و از خاصیت انبساط سیماب در اثر افزایش درجه حرارت استفاده بعمل آمده است. برای درجه بندی این ترمامتر آنرا

یک مرتبه در آب که در آن پارچه های یخ وجود داشته باشد قرار داده و ارتفاع سطح سیماب را در نل نشانی می نمایند بار دیگر ترمامتر را در آب جوشان داخل مینمایند و این مرتبه نیز ارتفاع سیماب را نشانی میکنند. البته این عمل باید تحت فشار 760 تور چلی اجرا شود. بدین ترتیب دو نشانه بالای ترمامتر حاصل میشود فاصله بین این دو نشانی را به صد حصه مساوی تقسیم می نمایند و هر حصهٔ آن را یک درجهٔ سانتی گریدی نامند.

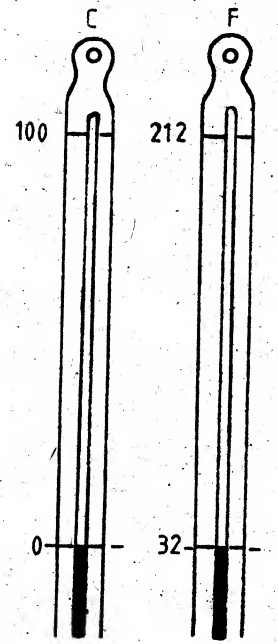


شکل (8-5)

در این نوع ترمامتر درجات بلند تر از $100^{\circ}C$ و پائین تر از صفر درجه سانتی گرید جهت اهداف مختلف تعبیه شده است و درجه حرارت را به حرف t نمایش میدهند.

(8-9) ترمامتر فارنهایت :

درجه بندی ترمامتر فارنهایت که در 32 درجهٔ آن آب یخ میزند و در 212 درجه آن آب جوش می شود. در ترمامیتر فارنهایت درجات پائین تر از 32 درجه و بالا تر از 212 درجه نیز تعبیه شده فارنهایت درجه بندی ترمامتر خویش را طور ذیل تعین کرده. اولاً ترمامتر را در آب جوشان داخل نموده نقطه ای را که به آن سیماب رسید نشانی کرده بعداً ترمامتر را در مخلوط نمک یخ داخل نموده صفر فارنهایت را دریافت نموده فارنهایت نقطه انجماد آب را صفر قبول نکرده و آن را ($32^{\circ}F$) انتخاب کرده و فاصله بین نقطهٔ انجماد و غلیان آب را به 180 حصه مساوی تقسیم نموده که به این



شکل (8-6)

اساس از نقطهٔ انجماد تا نقطهٔ غلیان آب $212^{\circ}F$ حاصل میشود . درجه حرارت بدن انسان 98،6 درجه فارنهایت است.

(8-10) رابطه بین درجات سانتی گریده فارنهایت :

طوریکه قبلاً مطالعه نمودیم که در ترمامتر سانتی گرید فاصله بین دو نقطه معین را به 100 حصهٔ مساوی و در ترمامتر فارنهایت فاصله بین دو نقطه معین را به (180) حصه مساوی تقسیم نموده است شکل (7-8)

چون بین درجه سانتی گرید و فارنهایت رابطه خطی ذیل موجود است

$$C^{\circ} = a^{\circ}F + b \quad \cdots\cdots I$$

C درجه سانتی گرید، F درجه فارنهایت (a و b) اعداد ثابت اند چون ($0^{\circ}C = 32^{\circ}F$) است لذا رابطه (1) به شکل ذیل نوشته میشود

$$0^{\circ}C = a \times 32 + b \quad \cdots\cdots II$$

همچنان $100^{\circ}C = 212^{\circ}F$

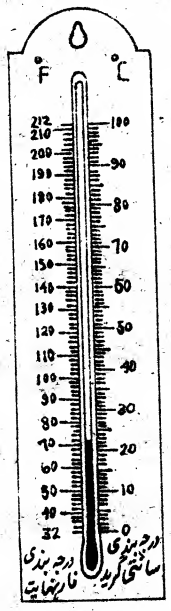
لذا $100^{\circ}C = a \times 212^{\circ}F + b \quad \cdots\cdots III$

از تفریق رابطه III و II قیمت های a و b را دریافت می کنیم .

$$100 = 212.a + b$$

$$\frac{0 = 32a + b}{100 = 180 \times a} \qquad 0 = \frac{5}{9} \times 32 + b$$

$$a = \frac{100}{180} = \frac{5}{9} \qquad b = -160/9$$



شکل (7-8)

قیمت های a و b را در رابطهٔ I وضع می کنیم .

$$(c^{\circ}) = \frac{5}{9} \times F - \frac{5}{9} \times 32$$

$$(c^{\circ}) = \frac{5}{9}(F - 32^{\circ})$$

همچنان از رابطه فوق قیمت F° را به شکل ذیل حاصل کرده می توانیم .

$$F = \frac{9}{5} C^{\circ} + 32^{\circ}$$

مثال - $20^{\circ}c$ به چند درجه فارنهایت معادل است .

حل - $C^{\circ}=20^{\circ}$. $C^{\circ}=\frac{5}{9}(F-32^{\circ})$ $F^{\circ}=36+32$

$F^{\circ}=?$ $F^{\circ}=\frac{9}{5}\cdot C+32$ $F^{\circ}=68^{\circ}$

$F^{\circ}=\frac{9}{5}\cdot 20+32$ $20^{\circ}c=68^{\circ}F$

مثال - درجه حرارت صنف یازدهم الف سایتس ($64^{\circ}F$) است به درجه سانتی گرید (C°) چند درجه خواهد بود ؟

$C=\frac{5}{9}(F-32^{\circ})$ $C=\frac{160}{9}$

$F=64^{\circ}$

حل - $C=\frac{5}{9}(64-32)$ $C=?$

$C=\frac{5}{9}(32)$ $64^{\circ}F=(\frac{160^{\circ}}{9})C$

مسایل سوال شماره ۱۵ گروپ A وسوال شماره ۲۱ گروپ سوم تمرین را حل کنید .

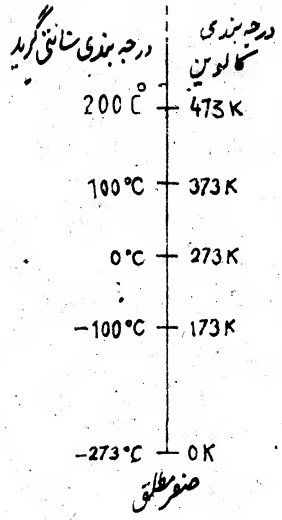
(11-8) صفر مطلق و درجه کالوین :

درجه حرارت مطلق را به T نشان میدهند واحد درجه حرارت . درجه بندی کالوین مشابه به درجه بندی سانتی گرید یعنی صدم حصه فاصله بین نقطهٔ انجماد و نقطهٔ غلیان آب است . اما نقطه انجماد آب دراین صورت صفر نبوده بلکه $273,2^{\circ}K$ درجه کالوین تعریف شده است یعنی صفر درجه ($0^{\circ}K$) کالوین با $-273,2^{\circ}c$ مطابقت دارد و یک درجه کالوین معادل یک درجه سانتی گرید است .

درجه حرارت کالوین را به علتی درجه حرارت مطلق گفته اند که صفر آن به پایان ترین درجه حرارت ممکنه مطابقت دارد . نظر به تیوری مالیکولی مالیکول های اجسام در درجه صفر مطلق تقریباً به حالت سکون قرار می گیرند بلند ترین درجه رسمی ثبت شده در روی زمین در 13 دسمبر سال 1922 در العزیزیهٔ لیبیا $58^{\circ}c$ یا $136^{\circ}F$ بوده و پائین ترین درجه حرارت ثبت شده در روی زمین در سال 1960 در وستوک انتارکتیکا $-88,3^{\circ}c$ یا $127^{\circ}F$ ـ ثبت شده است .

برای تبدیل درجه کالوین به درجه سانتی گرید از رابطهٔ ذیل استفاده می نمایند .

$$C^\circ = K^\circ - 273,2$$



مثال - $50^\circ C$ چند درجه کالوین می‌شود ؟

حل چون $C^\circ = 50^\circ$ بناءً داریم که $C^\circ = k - 273,2$

$$50^\circ = k - 273,2$$

$$k = 50 + 273,2 = 323,2$$

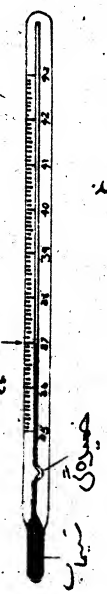
سوالات شماره 7 و 9 گروپ اول تمرین را حل کنید.

(8-12) ترمامتر طبی :

این ترمامتر سیمابی بوده و برای تعیین درجه حرارت بدن انسان استعمال میشود درجات اعظمی و اصغری آن بین $35^\circ C$ و $43^\circ C$ می باشد

شکل (8-8)

سوراخ مابین این نوع ترمامتر خیلی باریک است که سیماب و یا الکول در بین آنها وجود دارد و حساسیت آن تقریباً $\frac{1}{10}$ حصه درجه سانتی گرید است این ترمامتر طوری ساخته شده است که نزدیک به مخزن سیماب در نل شعریه خمیدگی وجود دارد وقتی که سیماب در نل بالا میرود همین خمیدگی نمیگذارد که سیماب خود بخود به مخزن بیاید برای دوباره برگردانیدن سیماب به مخزن آله را به شدت تکان میدهند و این ترمامتر درجه حرارت شخص سالم را $37^\circ C$ نشان میدهد.

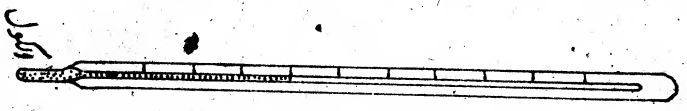


شکل (9-8)

(8-13) مایعات داخل ترمامتر :

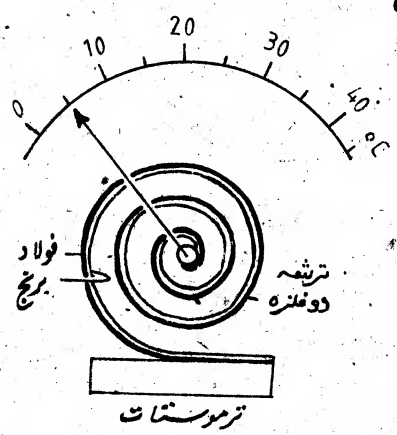
مواد داخلی ترمامتر باید همیشه مایع بماند زیرا اگر مایع داخل ترمامتر ها جوش و یا منجمد شود ترمامتر از فعالیت می ماند، یعنی اگر مایع داخل ترمامتر منجمد گردد حرکت نکرده و درجه مطلوب را نشان داده نمی تواند هکذا اگر مایع داخل ترمامتر جوش شود حجم آن زیاد شده و شیشهٔ ترمامتر را می شکند چون نقطهٔ غلیان سیماب $357^\circ C$ و نقطه انجماد سیماب $-39^\circ C$ است بناءً می توانیم بین $-39^\circ C$ تا $357^\circ C$ را توسط ترمامتر سیمابی

اندازه نمائیم . چون انبساط سیماب خیلی متحد الشکل درجای که استعمال شده می تواند بسیار خوب است اما در زمستان در اکثر مناطق از آن استفاده شده نمی تواند برای رفع این نقیصه از الکول که نقطهٔ غلیان آن 78°c ونقطهٔ انجماد آن 115°c - است استفاده می شود بناءً در قطب ها از ترمامترهای الکولی بخوبی استفاده شده می تواند . الکول نسبت ارزانی مورد استعمال زیاد دارد و در ترمامترهای عادی از الکول کارگرفته می شود . از جانب دیگر انبساط الکول شش مرتبه نسبت به سیماب زیادتر است و حساسیت آن بیشتر می باشد و برای اینکه درجه ها به آسانی خوانده شود درین الکول رنگ ها را نیز مخلوط می کنند .



شکل (10 - 8) ترمامتر الکولی

ترمامترهای که در داکتر های برقی از آن استفاده بعمل میآید از مواد فلزی ساخته شده اند زیرا از ترمامتر سیمابی و الکولی استفاده شده نمی تواند (درجه حرارت بلند است)



قسمت عمدهٔ ترمامترهای فلزی را یک فنر تشکیل میدهد که فنر از یک ورقهٔ برنجی و فولادی که باهم ولدنگ شده است ساخته شده است ورقهٔ برنجی به طرف داخل و ورقهٔ فولادی به طرف خارج ولدنگ گردیده است ، این نوع ترمامتر را بنام ترموستات هم یاد می کنند . چون برنج نظر به فولاد زود تر انبساط می نماید

شکل (11 - 8)

درصورتیکه به هردو ایشان هم زمان حرارت داده شود انقباظ و انبساط باعث طویل شدن و کوتاه شدن فنر ترموستات می شود و این عمل باعث حرکت سوزن که در انجام فنر نصب شده است میشود و سوزن درجات مختلف را نشان میدهد .

تمرینات

گروپ اول سوالات انتخابی: به سوالات ذیل چهار جواب ارائه شده جواب صحیح را انتخاب نمائید.

۱ - حرارت یک شکل از

a قوه است . b - انرژی است . c - برق است . d - کتله است .

۲ - درجه حرارت اندازهٔ از

a - انرژی بدن است b - درجه گرمی است c - بلندی شی است

d - فشار اتموسفیر است .

۳ - وقتی که به یک جسم حرارت داده شود .

a - طول آن کاهش می یابد . b - کتلهٔ آن زیاد می شود .

c - وزن آن زیاد می شود . d - حجم آن زیاد می شود .

۴ - ستون سیماب در ترمامتر طبی به عقب برنمی گردد زیرا :

a - ترمامتر کوتاه است . b - مخزن سیماب خورد است .

c - دربین ترمامتر هوا است . d - بین تیوب و مخزن خمیدگی است .

۵ - کدام یکی از اشیاء ذیل ترموستات است .

a - چراغ پلمبت . b - پکهٔ برقی . c - یخچال . d - ترمامتر فلزی .

۶ - در کدام درجه کالوین یخ ذوب میشود ؟

a - $0^{\circ}K$

b - $273^{\circ}K$

c - $100^{\circ}K$

d - $373^{\circ}K$

۷ - درکدام درجه کالوین یخ به بخار تبدیل میشود.

a - 0°K

b - 100°K

c - 273°K

d - 373°K

گروپ دوم: سوالات ذیل را حل کنید.

۱ - درجه های ذیل کالوین به کدام درجه سانتی گرید مطابقت میکند؟

a - 300°K

b - 200°K

c - 100°K

d - 350°K

۲ - درجه های ذیل سانتی گرید به کدام درجه کالوین مطابقت میکند؟

a - 40°c

b - 37°c

c - 136°c

d - 40°c

۳ - درجه های ذیل سانتی گرید به کدام درجه فارنهایت مطابقت میکند؟

a - 196°c

b - 40°c

c - 50°c

d - 10°c

گروپ دوم : سوالات انتخابی

سوالات ذیل را مطالعه نموده به هر سوال چهار جواب داده شده جواب صحیح آنرا انتخاب کنید .

۱ ـ کمیات اساسی در فزیک عبارتند از:

a ـ حجم ، سطح و کتله .
b ـ کتله ، وقت و سطح .
c ـ کتله ، طول و سطح .
d ـ کتله ، طول و وقت .

2 ـ کدام یکی از واحدات ذیل واحد اشتقاقی میباشد .

a ـ کیلوگرام .
b ـ ثانیه .
c ـ $\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$
d ـ متر .

3 ـ قطر داخلی و یا خارجی یک نل را توسط کدام آلات اندازه میکنند .

a ـ ورنیر کالیپر .
b ـ خط کش .
c ـ سفرومتر .
d ـ میکرومتر .

4 ـ قطر یک ورقهٔ کاغذ و یا موی را توسط یکی از آلات ذیل اندازه میکنند .

a ـ خط کش .
b ـ میکرومتر .
c ـ سفرومتر .
d ـ ورنیر کالیپر .

گروپ سوم : سوالات تکمیلی

جملات ذیل را مطالعه نموده جاهای خالی را به کلمات مناسب تکمیل کنید .

۱ ـ سفرومتر آلهٔ است که برای اندازه گیری (_____) یک جسم بکار برده میشود .

2 ـ توسط ورنیر کالیپر میتوانیم تا (_____) حصهٔ ملی متر را اندازه گیری کنیم .

3 ـ سیستم متریک به دو گروپ (_____) و (_____) تقسیم شده است .

4 ـ معنی M.K.S عبارت است از (_____) ، (_____) و (_____) میباشد .

۴ - دو مایع که بصورت عموم در ترمامتر ها استعمال میشوند عبارت اند از :

گروپ دوم سوالات صحیح وغلط : سوالات ذیل اگر صحیح باشد در پیشروی آن علامه (ص) و اگر غلط باشد در پیشروی آن علامه (غ) را بگذارید.

1 ( ) مقدار حرارت عبارت از انرژی حرارتی است که در یک جسم موجودی باشد

2 ( ) حرارت یک پدیدهٔ فزیکی است که در اثر عملیه کیمیاوی و کار میخانیکی تولید نمیشود .

3 ( ) به اثر اصطکاک حرارت تولید نمیشود .

4 ( ) درجه حرارت یک جسم را توسط ترمامتر اندازه کرده نمیتوانیم .

5 ( ) درجه حرارت بدن شخص سالم 36 درجه سانتی گرید است .

گروپ سوم سوالات عبارتی .

۱ - درجه حرارت یک شخص سالم ($98,6^{\circ}F$) است اگر بخواهیم توسط ترمامتر سانتی گرید درجه حرارت بدن آن شخص را تعیین کنیم در آن صورت ترمامتر سانتی گرید چند درجه را نشان میدهد .

۲ - درجه حرارت بدن یک شخص سالم $37^{\circ}C$ است به درجه حرارت کالوین چند میشود .

۳ - اگر درجه حرارت ($^{\circ}C$) نصف درجه ($^{\circ}F$) باشد در این صورت درجهٔ حرارت سانتی گرید و فارنهایت را تعیین نمائید .

۴ - نایتروجن مایع به $196^{\circ}C$ درجه سانتی گرید بجوش میآید این درجه از جنس فارنهایت چند درجه است

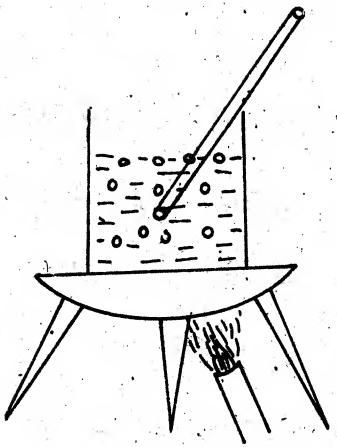
۵ - درکدام درجه حرارت درجه سانتی گرید و فارنهایت باهم مساوی و عین عدد را نشان میدهد .

(14- 8) انتقال حرارت :

اجسام به طریقه های مختلف حرارت خود را از دست میدهد به عبارهٔ دیگر به طریقه های گوناگون حرارت از یک جسم به جسم دیگر منتقل میگردد ، برای توضیح مطلب چند مثال را از نظر می گذرانیم

۱- انجام یک میلهٔ فلزی مثلاً آهن را در آب جوش داخل میکنیم بعد از گذشتن وقت بسیار کم

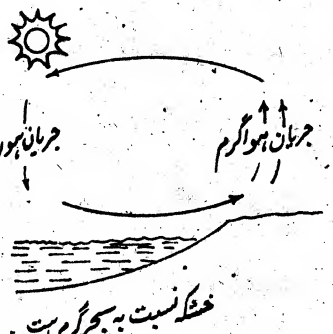
میله گرم شده و این گرمی به انجام دیگر میله میرسد یعنی حرارت از آب به میله و بالآخره به انجام دیگر میله انتقال می نماید. دراین تجربه اتم های گرم آب انتقال نکرده. همچنان اتم های میله ازیک انجام به انجام دیگر تغیر محل نکرده اند بلکه حرارت را یک به دیگر میدهد.



شکل (12 - 8)

هرگاه حرارت از یک محل به محل دیگر بدون انتقال اتم ها یا مالیکول های اجسام صورت گیرد. این عملیه انتقال حرارت بنام هدایت یاد میشود. شکل (12 - 8)

2 - در زمستان منقل و بخاری گرم هوائی اطاق را گرم میکند هوائی که در تماس بخاری می باشد گرم گردیده صعود می کند. و هوای سرد اطراف بخاری به طرف بخاری جریان می کند و بعد از گرم شدن به طرف بالا صعود می کند. شکل (13 - 8)



شکل (13 - 8)

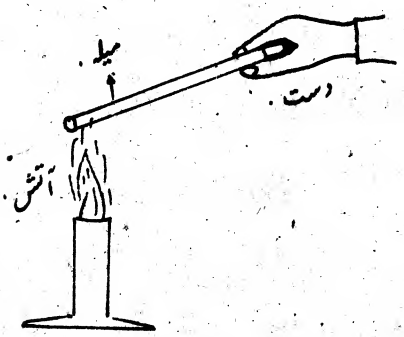
این نوع انتقال حرارت که در آن تغیر محل مالیکول ها و یا اتوم ها رول داشته باشند بنام جریان حرارت یا کانویکشن یاد می شود. در مایعات و گازات حرارت به همین طریقه انتقال میکند علت انتقال حرارت به این طریقه این است که مالیکول های گازات و مایعات نسبت به جامدات آزاد بوده و تغیر کثافت که تابع درجه حرارت است باعث تغیر مکان اتوم ها و یا مالیکول های آنها میگردد.

3 - درحالیکه دریک قسمت بین زمین و آفتاب محیط مادی وجود ندارد. بلکه خلا است اما متمادیاً (متصل) حرارت آفتاب به زمین میرسد، بنا برعدم موجودیت محیط مادی این حرارت نه به طریقهٔ هدایت و نه به طریقهٔ جریان بزمین میرسد، این نوع انتقال حرارت بنام تشعشع حرارت یاد میشود

در تشعشع حرارت محیط مادی ئی بحیث واسطه انتقال ضرورت نیست انتقال حرارت صرف به همین سه طریقه امکان پذیر است .

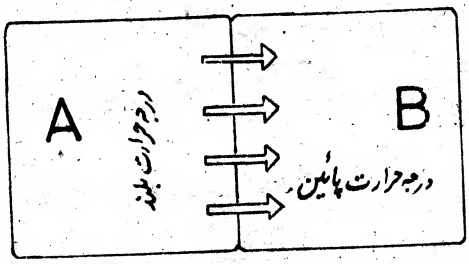
(15 - 8) هدایت حرارت :

تجربه - انجام میله مسی را بدست گرفته و انجام دیگر آن را به آتش نزدیک کنید بعد از مدتی انجام راکه به دست گرفته اید آنقدر گرم میشود که تاب گرفتن آنرا ندارید . اگر درعوض میله مسی تجربه را به میله شیشه ئی انجام دهید بعد از وقت نسبتاً طولانی انجام که بدست ماست قدری گرم می شود از این تجربه به این نتیجه میرسیم که مواد مختلف قابلیت هدایت حرارتی مختلف را دارند شکل (14 - 8) .



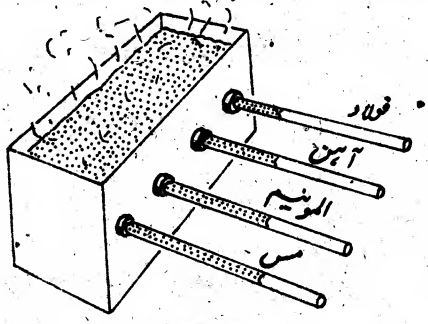
شکل (14-6)

تجربه : قرار شکل (15 - 8) در یک ظرف A آب جوش و در ظرف B آب سرد را میریزیم . درصورتیکه این دو جسم در تماس باشد حرارت از جسم گرم به جسم سرد انتقال میکند.



شکل (15-6)

تجربه : درظرف آب جوش میله های از فلزات مختلف النوع را مطابق شکل (16-8) داخل می کنیم روی میله ها را توسط ورقه موم می پوشانیم نظر به قابلیت هدایت حرارت فلزات موم گرم شده به تدریج شروع به ذوب شدن می کند انتقال حرارت تا انجام دیگر میله که از ذوب شدن تدریجی موم فهمیده شده میتواند در طول های معین بعد از اوقات مختلف صورت می گیرد.



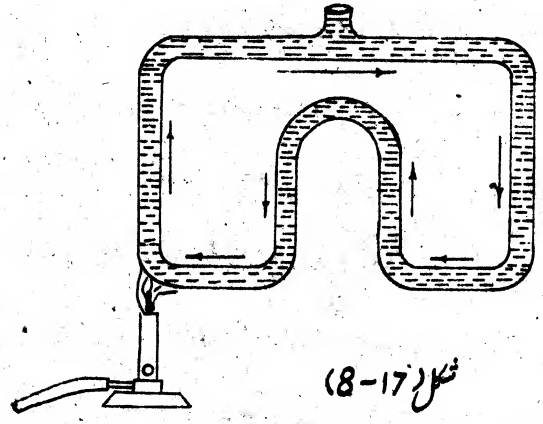
شکل (16-8)

از این تجربه به این نتیجه میرسیم که هدایت حرارتی

مواد مختلف، مختلف بوده ومربوط به نوعیت ماده می باشد. آب وسایر مایعات هادی خوب حرارت نمی باشند. گازات هم هدایت حرارتی کمتر را دارند. موادیکه هدایت برقی شان زیاد است هدایت حرارتی شان نیز به همان تناسب بلند می باشد. از اختلاف قابلیت هدایت حرارتی اجسام جامد درحیات روزمره استفاده های زیاد بعمل میآید. بطور مثال برای اینکه هنگام بلندکردن ظرف آب جوش دست ما نسوزد از پارچه های پنبی وپشمی استفاده می کنیم زیرا قابلیت هدایت حرارت پشم وپنبه خیلی کم است. به همین دلیل است که دسته های دیگ های پخت وپز وچاینک های فلزی را توسط قطعات چوب یا پلاستیک می پوشاند

(8-16) جریان حرارت:

بصورت ساده میتوان انتقال حرارت به طریق جریان را توسط حرکت دادن وبیجانمودن ذرات جسم گرم شده مشاهده نمائیم چنانچه گازات ومایعات باحرکت دادن جسم گرم ازیک محل به محل دیگر حرارت رانیز ازیک محل به محل دیگر انتقال میکنند. هرگاه به گازها ومایعات ازطرف زیر حرارت داده شوند انتقال حرارت خودبخود صورت می گیرد کثافت مایع گرم که درطبقهٔ تحتانی قرار دارد به علت انبساط حجم آن کم شده بنا برآن ذرات مایع تحتانی صعود می نمایند وبا مالیکول های سرد طبقهٔ فوقانی مخلوط گردیده وآنها رانیز گرم میکند وبجای آنها مالیکول های سرد که کثافت آنها زیادتر است درطبقهٔ زیرین قرار می گیرد. وبالنوبه این ها نیز گرم می شوند وجریان ادامه پیدا میکند



شکل (17-8)

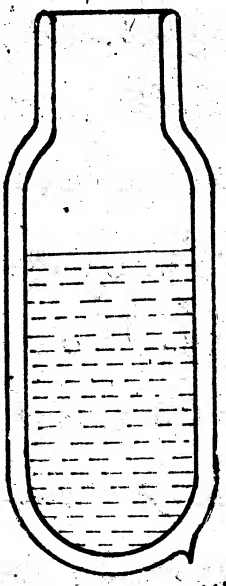
شکل (17 - 8) انتقال حرارت به طریقهٔ convection درگازها نیز ازهمین قرار است چنانچه جسم گرمی که درهوا قرار می گیرد مالیکول های هوا را گرم نموده وهوای گرم که دارای کثافت کوچک است صعود کرده هوای سرد

جریان نموده جای آن را اشغال می نماید و به تماس جسم گرم قرار می گیرد علت آنکه گرد و دود در جدارهای بخاری ها و سقف های اطاق ها می چسپد این است که جریان هوا ذرات گرد و خاک را با خود برده و حین تماس این ذرات در سقف ها و یا جدارها می چسپد کانوکشن را میتوان در جریان هوا نیز مشاهده نمود مثلاً اگر دروازهٔ اطاق گرم را قدری باز نموده و یک شمع مشتعل را در قسمت بالای دروازه قرار دهیم شعلهٔ آن بطرف بیرون و اگر آن را در قسمت پائین دروازه قرار دهیم شعله آن به طرف داخل خانه خم میگردد. این حادثه نشان میدهد که هوا گرم از طرف خانه بیرون و هوای سرد از بیرون بطرف خانه جریان میکند، ظهور باد غیر از صعود هوای گرم و پائین آمدن هوای سرد چیزی دیگری نیست.

(8-17) تشعشع :

برای اینکه حرارت بصورت تشعشع از جای بجای دیگری انتقال نماید به محیط مادی ای ضرورت نیست به عبارهٔ دیگر حرارت می تواند بطریقه تشعشع از خلا نیز عبور نماید و به محل دیگری انتقال کند.

حرارت آفتاب صرف توسط همین عملیهٔ تشعشع به زمین میرسد. در غیر آن امکان گرم شدن زمین توسط آفتاب میسر نمی بود. هرگاه درجه حرارت جسم برابر به درجه حرارت محیط ماحول آن باشد و در این صورت گفته میشود که جسم با محیط ماحول خود در توازن حرارتی است. ساختمان جدار یک ترموز معمولی طوری است که جریان حرارت از خارج به داخل و از داخل به خارج صورت نمیگیرد و یا اگر صورت هم بگیرد به پیمانهٔ ناچیز خواهد بود. جدار ترموز ها متشکل از ورقه می باشد که بین شان حتی المقدور تخلیه شده است. در نتیجه انتقال حرارت بشکل کانوکشن و هدایت از ترموز به خارج و از خارج به ترموز خیلی ناچیز است برای جلوگیری از نفوذ حرارت بقسم تشعشع از داخل به خارج و یا از خارج به داخل ترموز سطح این دو جدار را با نقره ملمع می نمایند در آن صورت جدارها شکل آئینه را بخود



شکل (18-8)

اختیار می کند و تشعشع حرارت را به عین شکلیکه تشعشع نور را آئینه انعکاس میدهد منعکس می سازد و به این ترتیب تبادل حرارت بقسم تشعشع نیز در ترموز خیلی کوچک میگردد. شکل (20 - 8)

(18 - 8) مفهوم مقدار حرارت:

وقتی که آب را بخواهیم توسط یک منقل گرم کنیم آنرا حرارت میدهیم، درجهٔ حرارت آن بلند میرود پس میگوییم که منقل یک منبع حرارت است و آب در حالیکه درجهٔ حرارتش بلند رفته حرارت گرفته بالعکس اگر آب گرم سرد شود یک مقدار حرارت خود را از دست میدهد حالا ظرفی را که در آن مخلوط آب و یخ است توسط یک منقل گرم می کنیم درجه حرارت بلند نمیرود به صفر درجه باقی می ماند اما یخ ذوب میشود. حرارت منقل عوض بلند بردن درجهٔ حرارت یخ را ذوب میکند یک منبع حرارت بدون آنکه درجهٔ حرارت را تغیر بدهد میتواند یکمقدار حرارت را از دست بدهد پس درجه حرارت و مقدار حرارت از هم فرق دارد.

(19 - 8) مقدار حرارت:

اگر بالای یک منبع حرارت که بطور منظم حرارت بدهد (مقدار های حرارت آن در هر واحد زمان مساوی باشد) یک لیتر آب را بگذاریم و توسط ترمامتر تحول درجه حرارت را مشاهده کنیم دیده می شود که درجه حرارت بتدریج بلند میرود. مثلاً اگر در یک دقیقه 4°c بلند برود در دو دقیقه به 8°c خواهد رسید، بناءً مقدار حرارت مستقیماً متناسب به ازدیاد درجه حرارت است. همچنان اگر عوض یک لیتر دو لیتر آب را بگذاریم مشاهده خواهیم کرد که برای بلند بردن 4°c حرارت دو دقیقه وقت بکار است یا به عبارهٔ دیگر باید دو برابر حرارت بدهیم پس مقدار حرارتی را که آب میگیرد متناسب به وزن آب است. واحد عملی مقدار حرارت عبارت از کالوری است که بطور خلاصه به cal نشان داده میشود. یک کالوری مقدار حرارتی است که اگر به یک گرام آب داده شود حرارت آنرا به اندازهٔ یکدرجه سانتی گرید (از 14,5°c به 15,5°c) بالا میبرد. چون مقدار حرارتی که درجه حرارت یکمقدار آب را یکدرجه بالا می برد تا اندازهٔ تابع حرارت آب نیز می باشد از این لحاظ است که ذکر افزایش درجه حرارت از 14,5°c به 15,5°c نیز حتمی است

واحد بزرگتر مقدار حرارت کیلو کالوری است. $1K\,cal = 1000\,cal$ برای اینکه درجه حرارت m گرام کتلهٔ یک جسم را از t_1 به t_2 افزایش دهیم مقدار حرارت از رابطه ذیل بدست میآید.

$$Q = m(t_2 - t_1)$$

چون مقدار حرارتی که برای یک جسم داده میشود مربوط به نوعیت جسم نیز میباشد از اینجاست که مفهوم حرارت مخصوصه اجسام بمیان میآید که آن را قرار ذیل تعریف میکنند.

تعریف: حرارت مخصوصه یک جسم عبارت از مقدار حرارتی است که درجه حرارت یک گرام آن جسم را به اندازهٔ یک درجه سانتی گرید بلند میبرد. با در نظر داشت حرارت مخصوصه (c) مقدار حرارت ذریعه رابطهٔ ذیل بدست میآید $Q = cm(t_2 - t_1)$ کمیت (mc) را ظرفیت حرارتی می نامند و حرارت مخصوصهٔ اجسام ذریعهٔ رابطهٔ ذیل بدست میآید.

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}$$

واحد آن $\left(\frac{cal}{gr \times grad}\right)$ می باشد.

(8 – 20) کالوری متر:

آله که برای تعیین مقدار حرارت یک جسم در لابراتوارها استعمال میشود بنام کالوری متر یاد میشود برای رسیدن به این هدف M گرام آب را در کالوری متر می اندازیم. بناءً مقدار حرارتی که به کالوری متر داده میشود از روی از دیاد درجه حرارت آن حاصل میشود. و حرارت که در گرم کردن آب و اجزای متشکلهٔ کالوری متر به مصرف میرسد تا درجهٔ حرارت آن از t_1 به t_2 برسد طور ذیل محاسبه میشود.

اگر کتلهٔ آب کالوری متر، آله شور دهنده، ظرف کالوری متر و ترمامتر را بالترتیب به M، m_1، m_2 و m_3 و حرارت مخصوصه آله شور دهنده، کالوری متر و ترمامتر بالترتیب c_1، c_2 و c_3 باشد در اینصورت داریم که:

مقدار حرارت را که آب اخذ کرده $q_1 = M(t_2 - t_1)$

مقدار حرارت را که آلهٔ شور دهنده اخذ کرده $q_2 = m_1 c_1(t_2 - t_1)$

مقدار حرارت را که ظرف گرفته $q_2 = m_2 c_2 (t_2 - t_1)$

مقدار حرارت را که ترمامتر میگیرد $q_3 = m_3 c_3 (t_2 - t_1)$

مقدار حرارت را که تمام سیستم گرفته است عبارت است از

$$Q = q_1 + q_{11} + q_2 + q_3$$

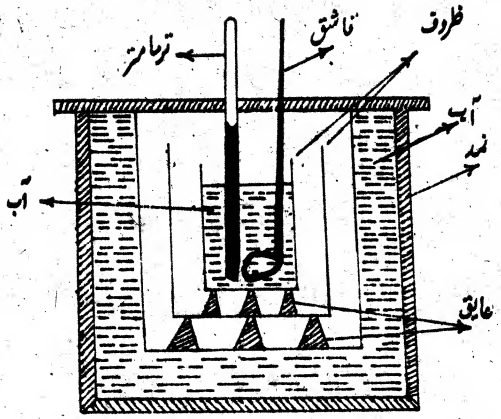
$$Q = (M + m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3)(t_2 - t_1)$$

چون مجموعه $(m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3)$

عدد ثابت است اگر آنرا به A نشان دهیم پس داریم که :

$$Q = (M + A)(t_2 - t_1)$$

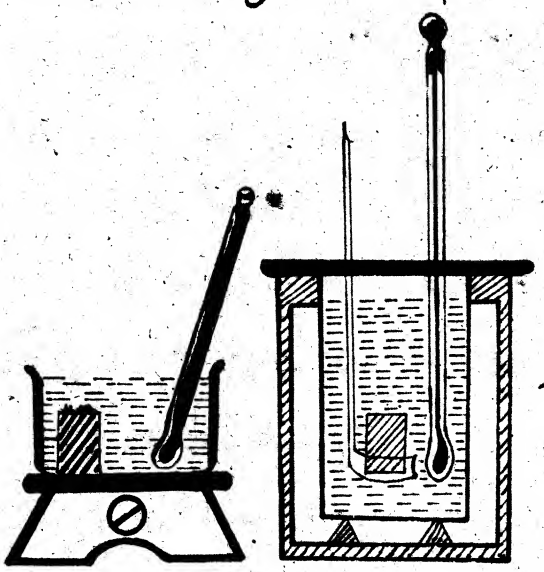
اگر در کالوری متر عوض آب M گرام مایع را که حرارت مخصوصهٔ آن c باشد استعمال گردد در اینصورت فورمول فوق شکل ذیل را میگیرد $Q = (M \cdot c + A)(t_2 - t_1)$



شکل (21 - 8)

(21 - 8) تعین حرارت مخصوصه جامدات:

برای تعین حرارت مخصوصه یک جسم جامد (m) گرام آنرا گرفته مطابق شکل (22 - 8) در بین ظرف حاوی آب فرو میبریم و ظرف مذکور را تا وقتی حرارت میدهیم که آب جوش آمده درجه حرارت آن t_2 شود. بعد از آ جسم مذکور را در کالوری متریکه دارای M گرام آب به درجه حرارت (t_1) داخل میکنیم پس از برقراری تعادل درجهٔ حرارت کالوری متر به (t_2) میرسد که توسط ترمامتر مشخص میشود. اگر ظرفیت حرارتی کالوری متر A و حرارت مخصوصه جسم c باشد در این صورت نظر به قانون



شکل (22 - 8)

کالوری متری مقدار حرارت اخذ شده بوسیله کالوری متر عبارت است از $Q_1=(M+A)(t_3-t_1)$ البته این اندازه مساوی به مقدار حرارتی است که جسم از دست داده و از درجهٔ حرارت t_2 به درجه حرارت تعادل (t_3) رسیده است یعنی $Q_2=mc(t_2-t_3)$ بنابرآن نوشته کرده میتوانیم که:

$$(M+A)(t_3-t_1)=mc(t_2-t_3)$$

$$C=\frac{(M+A)(t_3-t_1)}{m(t_2-t_3)}$$

مثال: در یک کالوری متر 750 gr آب است که درجهٔ حرارت آن از 10°C به 35°C بلند میشود درصورتیکه ظرفیت حرارتی آن 25 $\frac{cal}{grad}$ باشد حرارت مجموعی راکه کالوری متر اخذ کرده حساب کنید.

حل –

$M=750\,gr$ $\quad Q=(MC+A)(t_2-t_1)$

$t_1=10°C$ $\quad Q=(750\cdot1+25)(35-10)$

$t_2=35°C$ $\quad Q=19375\,cal$

$C=1$ برای آب

$A=25\ \frac{cal}{grad}$

مثال: 400gr آب راکه درجه حرارت آن 65° C است با 900gr آبیکه درجه حرارت آن 10° C است مخلوط میکنیم درجه حرارت نهائی مخلوط چند است.

حل –

$m_1=900gr$ $\quad Q_1=900(t_3-10)$

$t_1=10°c$

$m_2=400\,gr$ $\quad Q_2=400(65-t_3)$

$t_2=65°c$ $\quad Q_1=m_1c(t_3-t_1)$

$t_3=?$ $\quad Q_2=m_2c(t_2-t_3)$

چون تعادل حرارت موجود است پس $Q_1 = Q_2$ میباشد پس داریم که

$$900(t_3 - 10) = 400(65 - t_3)$$

$$900\,t_3 - 9000 = 26000 - 400\,t_3$$

$$1300\,t_3 = 35000 \Rightarrow t_3 = \frac{35000}{1300} = 26,92^\circ C$$

مثال: در کالوری متری که دارای 300gr آب به درجه حرارت $t_1 = 16,4^\circ C$ است یک پارچه المونیم بکنند 78gr را که درجه حرارت آن $t_2 = 100^\circ C$ است داخل می کنیم. اگر ظرفیت حرارتی کالوری متر $A = 17 \frac{cal}{grad}$ و درجه حرارت تعادل $t_3 = 22,4^\circ C$ باشد حرارت مخصوصه المونیم را حساب کنید.

حل:

$M = 300gr$

$t_1 = 16,4^\circ C$

$m_1 = 78gr$

$t_3 = 22,4^\circ C$

$t_2 = 100^\circ C$

$A = 17 \frac{cal}{grad}$

$$C = \frac{(M+A)(t_3 - t_1)}{m_1(t_2 - t_3)}$$

$$C = \frac{(300+17)(22,4 - 16,4)}{78(100 - 22,4)}$$

$$C = 0,31 \frac{cal}{gr \times grad}$$

(22-8) تعین حرارت مخصوصه مایعات:

برای دریافت حرارت مخصوصه مایعات به عوض آب مایع مورد نظر و یک جسم جامد که حرارت مخصوصه آن معلوم باشد استعمال میگردد اما باید بین مایع و این جسم کدام تعامل کیمیاوی صورت نگیرد اگر c_1 حرارت مخصوصه مایع باشد نظر به قانون کالوری متری مقدار حرارت گرفته شده، بوسیله کالوری متر و حرارت از دست داده شده جسم باهم مساوی اند یعنی

$$(Mc_1 + A)(t_3 - t_1) = mc(t_2 - t_3)$$

$$C_1 = \frac{mc(t_2 - t_3)}{M(t_3 - t_1)} - \frac{A}{M}$$

5 - واحد اشتقاقی از عملا ، بدست آمده است .

گروپ چهارم :

1 - یک دیسی [illegible] چقدر کتله دارد ؟

2 - [illegible] اعلی تر میشود ؟

3 [illegible] مساوی به چند گرام می شود ؟

[illegible] م حصهٔ یک [illegible] میشود ؟

چند دقیقه است با محاسبه دریافت نمائید ؟

[illegible]

[illegible] ورق بین [illegible] وزن و کتلهٔ یک [illegible]

8 - قطر قلم پنسل و قلم خود کار خود را توسط میکرومتر دریافت نمائید ؟

9 - ضخامت خط کش خود را توسط ورنیر کالیپر دریافت کنید ؟

10 - ضخامت کتاب فزیک و کتابچهٔ یادداشت خود را توسط ورنیر کالیپر و میکرومتر دریافت نمائید .

11 - 0.254 کیلو گرام مساوی به چند گرام میشود ؟

12 - یک هفته چند ساعت چند دقیقه و چند ثانیه میشود ؟

13 - 3×10^{5} sec مساوی به چند ساعت میشود ؟

14 - طول یک خانه 3.71 m است طول آنرا به متر و میلی متر دریافت کنید

15 - طول یک دریا 5962 km است طول آنرا به متر و سانتی متر دریافت نمائید .

در رابطه فوق m کتله جسم ، c حرارت مخصوصه جسم ، t_2 درجه حرارت جسم در بین مایع و t_3 درجه حرارت تعادل کالوری متر M کتله مایع ، t_1 درجه حرارت اولی مایع و A ظرفیت حرارتی کالوری متر میباشد.

مثال : در یک کالوری متر 500gr مایعیکه درجه حرارت آن $t_1 = 10^\circ C$ بوده انداخته شده است یک پارچه المونیم که کتله آن $m = 100gr$ و درجه حرارت آن $t_2 = 110^\circ C$ است داخل می سازیم اگر ظرفیت حرارتی کالوری متر $A = 40 \frac{cal}{grad}$ و درجه حرارت تعادل آن $30^\circ c$ باشد حرارت مخصوصه مایع را دریافت کنید حرارت مخصوصه المونیم $0,22 \frac{cal}{gr \cdot grad}$ است.

حل :- $C = \frac{mc(t_2 - t_3)}{M(t_3 - t_1)} - \frac{A}{M}$ مایع

$M = 500gr$

$m = 100gr$

$t_1 = 10^\circ C$

$t_2 = 110^\circ C$

$A = 40 \frac{cal}{grad}$

$t_3 = 30^\circ C$

$C_{AL} = 0,22 \frac{cal}{gr \times grad}$

$C = ?$

$C = \frac{100 \; 0,22(110-30)}{500(30-10)} - \frac{40}{500}$

$C = \frac{22 \cdot 80}{10000} - \frac{4}{50}$

$C = 0,096 \frac{cal}{gr \times grad}$

تمرینات

گروپ اول سوالات انتخابی : به سوالات ذیل چهار جواب ارائه گردیده جواب صحیح را در یابید.

۱- در زمستان اگر میله فلزی و چوبی بالای یک میز گذاشته شده اگر میله فلزی لمس شود سرد تر محسوس میشود زیرا فلز

a - کثافت بیشتر دارد.

b - نسبت به چوب هادی خوب حرارت است.

c - نسبت به چوب سخت است.

d - بسیار قیمت است.

۲ ـ کدام یک از اشیاء ذیل هادی حرارت نمیباشد ؟

a ـ نقره b ـ مس c ـ شیشه d ـ آهن .

۳ ـ انتقال حرارت در جامدات توسط عملیهٔ ذیل صورت میگیرد.

a ـ تشعشع (Radiation)

b ـ کانویکشن (Convection)

c ـ هدایت (Conduction)

d ـ انبساط .

۴ ـ حرارت آفتاب توسط عملیهٔ ذیل به زمین میرسد.

a ـ کانویکشن b ـ هدایت c ـ تشعشع d ـ انبساط

۵ ـ کمیت (MC) را بنام

a ـ ظرفیت حرارتی یاد می کنند . c ـ مقدار حرارت یاد می کنند .

b ـ درجه حرارت یاد می کنند . d ـ حرارت مخصوصه یاد می کنند .

گروپ دوم سوالات ناتکمیل :

خالیگاه ها سے جملات ذیل را به کلمات مناسب تکمیل نمائید .

۱ ـ کالوری مقدار حرارتی است که اگر به یک گرام آب افزود گردد درجه حرارت آن از (_____) بالا ببرد.

۲ ـ مقدار حرارت توسط رابطهٔ ( ) ارائه می گردد .

۳ ـ انتقال حرارت از آفتاب به زمین توسط عملیه ( ) میرسد.

۴ ـ اگر حرارت بدون انتقال اتم ها و مالیکول ها از یک محل به محل دیگر صورت گیرد این عملیهٔ انتقال بنام ( ) یاد میشود.

گروپ سوم سوالات صحیح وغلط .

سوالات ذیل رامطالعه کنید اگر صحیح باشد درپیشروی آن علامهٔ (ص) و اگرغلط باشد پیشروی آن علامهٔ (غ) بگذارید .

۱ ( ) کانوکیشن عملیهٔ است که در آن تغیر محل اتوم ها ومالیکول ها رول ندارد .

۲ ( ) اجسام ومواد یکه هدایت برقی شان زیاد است هدایت حرارتی آن نیز زیاد است .

۳ ( ) درجه حرارت ومقدار حرارت یک مفهوم را ارائه میکنند .

۴ ( ) مس نسبت به طلا هادی خوب حرارت است .

گروپ چهارم ،سوالات عبارتی .

۱ - چه مقدار حرارت گرفته شود تا 10 گرام آب که درجه حرارت آن $85^{\circ}c$ است .

به آب 5° درجه تبدیل نمائید .

۲ - یک تانک دارای حجم 400 lit ماآبی با درجه حرارت $80^{\circ}c$ و $15^{\circ}c$ داریم برای اینکه این تانک را از آب $38^{\circ}c$ پر نمائیم معلوم نمائید که چه مقدار از آب $85^{\circ}c$ وچه مقدار از آب $15^{\circ}c$ مخلوط گردد .

۳ - کالوری متری که ظرفیت حرارتی آن 159gr است دارای 500 gr آب $15^{\circ}c$ درجه ای باشد در این کالوری متر 120 gr آب جوش $96^{\circ}c$ درجه می ریزیم درجهٔ حرارت نهائی کالوری متر را حساب کنید .

۴ - کتله یک ظرف المونیمی 100gr است حرارت اولی این ظرف $20^{\circ}c$ است در آن 58gr آب به $100^{\circ}c$ می ریزیم حرارت تعادل چند خواهد بود حرارت مخصوصه المونیم 0,22 است .

۵ - در کالوری متری که $16^{\circ}c$ حرارت دارد 100 gr آب جوش به $25^{\circ}c$ می ریزیم حرارت تعادل $23,2^{\circ}c$ میشود . ظرفیت حرارتی کالوری متر را تعین کنید .

۶ - برای اینکه حرارت 150 gr آب را از $18^{\circ}c$ به $60^{\circ}c$ برسانیم چقدر حرارت لازم است .

۷ - چه حادثهٔ رخ خواهد داد اگر 300 gr آب $100^{\circ}c$ را به 600 gr یخ $-40^{\circ}c$ مخلوط نمائیم .

فصل نهم

(1-9) تبدیل حالات سه گانه و انبساط اجسام

اجسام در طبیعت به سه حالت موجود است. جامد، مایع و گاز. مشاهدات روزمره نشان میدهد که آنها در اثر دریافت حرارت به یکدیگر تبدیل می شوند یعنی جامد به مایع و مایع به گاز و معکوساً تبدیل میگردد. مثلاً یخ که جامد است در اثر حرارت مایع شده و مایع حاصل از آن در اثر حرارت زیادتر به بخار تبدیل میشود. پس به این نتیجه میرسیم که یک جسم میتواند در اثر تغییر درجه حرارت و فشار معین حالت فزیکی خود را تغییر دهد.

فرضاً جسم جامدی را گرم کنیم چون حرارت دریافت میکند انرژی اهتزازی آن زیاد می شود. و در نتیجه امپلیتود (دامنه) اهتزاز مالیکول ها در حول مکان تعادل شان زیادی گردد. اگر این دامنه خیلی زیاد شود ممکن است به جای برسد که قوهٔ آن زیاد تر از قوهٔ گردد که ذرات مجاور را در وضع تعادل نگاه داشته اند و مالیکول ها را از جای آن بیجا سازند اگر عدهٔ زیادی مالیکول ها در چنین حالت باشند کمترین قوه میتواند که این ذرات را از محل آن بیرون برده در نتیجه شکل جسم را تغیر بدهد. مثلاً اگر چنین جسم تحت تأثیر قوهٔ ثقل قرار گیرد در ته ظرف پراگنده شده و ذرات روی یکدیگر لغزیده و به تدریج شکل ظرف را بخود میگیرد چنین جسم در حالت مایع است. آزادی حرکت مالیکول های مایع زیادتر از مالیکول های جامد است.

اگر به مایع حرارت بدهیم بتدریج انرژی و دامنهٔ حرکت ذرات آن افزایش می یابد تا بالآخره بجای

میرسد که مالیکول ها از منطقه خود خارج شوند فرضاً چنین ذره در سطح آزاد مایع باشد به مجرد خروج از مدار خود از مایع خارج میشود و دیگر تحت تأثیر قوهٔ جذب مالیکول های مجاور نمیباشد چنین ذره که دارای انرژی و سرعت اولی است تحت تأثیر قوه نمی باشد آزادانه به حرکت خود ادامه میدهد تا زمانیکه به مانع برخورد کند (جدار ظرف یا مالیکول های مجاور) و در نتیجه این برخورد جهت امتداد و سرعتش تغییر میکند مگر در هر حال در حرکت است . اگر به تدریج به مایع حرارت بدهیم ممکن است تمام مالیکول ها به طریق که ذکر شد از سطح آزاد مایع خارج شده به بخار تبدیل شوند در این صورت مالیکول ها آزادانه حرکت میکنند و در اثر برخورد به یکدیگر پیوسته مسیر آنها تغییری نماید و در تمام فضای موجود منتشری گردند چنین جسم را گاز می نامند .

طوریکه در بالا ذکر شد یک جسم می تواند در اثر تغیر درجه حرارت و فشار حالت فزیکی خود را تغییر بدهد و یکی از سه حالت ذیل ممکن است به ظهور برسد .

۱ـ تبدیل جامد به مایع که آن را ذوب گویند و عکس آن را انجماد می نامند .

2 ـ تبدیل مایع به بخار که آن را تبخیر می گویند و عکس آن را بنام میعان یاد میکنند .

3 ـ تبدیل جامد به بخار که آن را تصعید گویند .

برای اینکه یک جسم از یک حالت به حالت دیگر تبدیل گردد لازم است مقدار حرارت به آن داده شود و یا از آن گرفته شود بدون اینکه درجه حرارتش تغیر نماید در اینصورت گفته می شود که این مقدار حرارت را بنام مخفی یا (Latent) یاد می نمایند .

(9-2) ذوب :

ذوب عبارت از تبدیل جامد به مایع در اثر حرارت می باشد و به دو قسم است .

۱ـ ذوب ساده که حالت خمیره پیدا نکرده مستقیماً از حالت جامد به مایع تبدیل میشود مانند تبدیل یخ به آب .

2 ـ ذوب خمیری که در آن جسم هنگام ذوب حالت خمیری پیدا کرده ابتدا جسم نرم شده بعداً شروع

به ذوب شدن می نمایند مانند ذوب موم .

بصورت عموم اجسام درنتیجه ذوب یا انجماد تغیر حجم میکنند مگر حجم بعضی از آنها مانند یخ درنتیجه ذوب شدن کوچک میشود و حجم برخی دیگر مانند موم درنتیجه ذوب شدن افزایش می یابد اگر مقدار موم را درظرفی حرارت دهیم درضمن ذوب شدن ملاحظه میشود که موم هنوز جامد است در ته ظرف و تحت مایع قرار می گیرد درصورتیکه یخ همیشه بالای مایع قرار میگیرد پس میتوان اجسام را از لحاظ ذوب شدن بدو دسته تقسیم نمود . دسته که مانند یخ روی مایع خود شنا می کند و دسته که مانند موم درمایع خود فرو میرود درصورت اول وزن مخصوصه جامد کمتر از مایع و در حالت دوم وزن مخصوصه جامد بیشتر از مایع است . حجم آهن و الیاژهای که دارای سرب ، مس و انتمون باشند مانند آب هنگام انجماد زیاد میشود که این خاصیت درصنعت ریخته گری خیلی مهم است .

(3-9) قوانین ذوب :

۱ـ هر جسم تحت فشار معین و درجهٔ حرارت ثابت و معین ذوب میشود که این درجه حرارت ثابت را نقطهٔ ذوب میگویند .

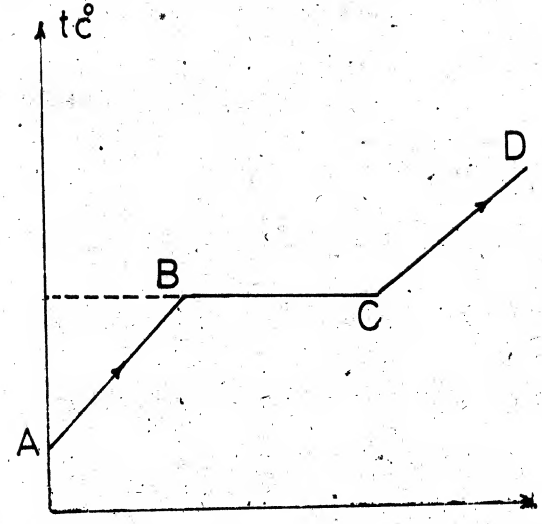
2ـ درجه حرارت جسم در تمام مدت ذوب ثابت مانده تغیر نمیکند .

3ـ عملیه ذوب حرارت گیر است یعنی چون جسم جامد به نقطهٔ ذوب میرسد برای تغیر حالت مقدار حرارت میگیرد بدون آنکه درجه حرارت آن تغیر کند . مثلاً یک گرام یخ صفر درجهٔ سانتی گرید 80 کالوری حرارت میگیرد تا به آب صفر تبدیل شود .

4ـ تمام اجسام درموقع ذوب تغیر شکل میکنند .

درجه ذوبان یک جسم عبارت ازمقدار حرارتی است که به واحد کتله جسم افزوده شود و آن را ازشکل جامد به مایع تبدیل گردد بالعکس هنگامیکه واحدی کتله مایعی را منجمد سازیم عین مقدار حرارت آزاد میگردد . حرارت ذوبان اجسام جامد تقریباً بین 10 تا صد 100 کالوری فی گرام است .

میتوانیم توسط یک منحنی تغیر درجه حرارت یک جسم را هنگام ذوب نشان داد شاخه AB اضافه شدن درجه حرارت را قبل از رسیدن به نقطه ذوب نشان میدهد شاخه افقی BC که در طول آن عمل ذوب انجام میشود شاخه است که در طول مدت ذوب درجه ذوب ثابت باقی میماند. تا نقطه C تمام جسم ذوب شده و به مایع تبدیل میگردد. شکل (۱-۹)



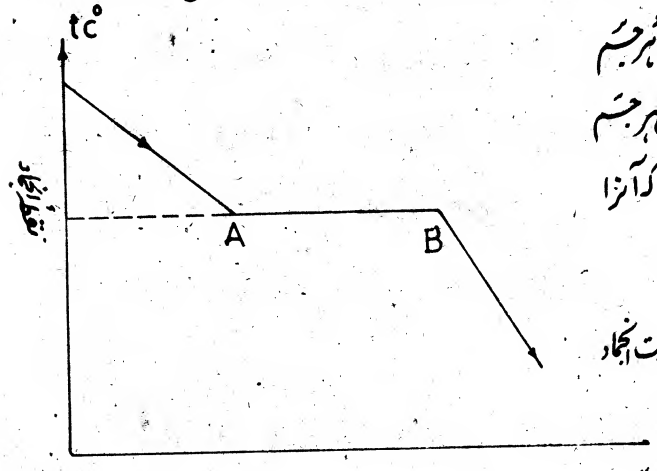
شکل (۱-۹)

شاخه صعودی CD حالتی را نشان میدهد که در آن جسم کاملاً به مایع تبدیل شده و در اثر حرارت درجه حرارت جسم به تدریج بالا میرود.

(9-4) نقطه انجماد:

هرگاه جسمی مذابی را سرد کنیم بحالت جامد برمیگردد. که این عمل را انجماد می نامند بنابراین انجماد تبدیل مایع است به جامد. انجماد مانند ذوب ممکن ساده و یا خمیری باشد و قوانین انجماد قرار ذیل است.

۱- تحت فشار معین درجهٔ حرارت انجماد هر جسم با درجه حرارت ذوب آن یکسان است، یعنی هر جسم مایع، در درجه حرارت معین شروع به انجماد میکند که آنرا نقطهٔ انجماد گویند.



شکل (۲-۹)

2 - درجه حرارت هر مایع در طول مدت انجماد ثابت است.

3- عمل انجماد حرارت می بازد یعنی جسم هنگام انجماد حرارت را از دست میدهد تا بدون تغیر درجه حرارت جامد شود.

۴ - عمل انجماد با تغییر حجم همراه است .

(9-5) تبخیر :

هرگاه در یک ظرف مقدار آب یا الکول یا اتر ریخته و به تدریج حرارت بدهیم ملاحظه میشود که مایع تدریجاً کم شده پس از مدتی ناپدید میگردد . در این عمل مایع شکل جدیدی را گرفته که نامرئی است و در هوا منتشر شده است این شکل جدید جسم را گاز می نامند و عمل تبدیل مایع به گاز را تبخیر گویند . عملیهٔ دیگری معادل تبخیر وجود دارد و آن این است که یک جسم جامد حین حرارت گرفتن دفعتاً به گاز تبدیل میشود و این عملیه بنام تصعید مسمی است . طور مثال عمل تصعید را میتوان در مورد ایودین جامد بوضاحت مشاهده نمائیم چنانچه دانه های آیودین جامد را در یک گیلاس شیشه ئی به اندازیم بعد از مدت کوتاهی دیوارهای گیلاس را ورقه از ایودین می پوشاند .

(9-6) غلیان :

در ظرفی قدری آب ریخته حرارت میدهیم توسط یک ترمامتر مشاهده کرده می توانیم که درجه حرارت به تدریج بلند رفته وضمناً مقداری به بخار تبدیل میگردد تا ترمامتر 100°C را نشان دهد (در لب بحر) در این موقع حباب ها در شتیکه قبلاً به جدار داخل ظرف چسپیده بود با فشار به طرف بالا می آیند و به سطح مایع میرسند بالآخره وارد هوا شده و بخار می شوند که در این مرحله گفته می شود که آب به غلیان آمده است پس غلیان عبارت از تبخیر سریع یک مایع است که توسط حرارت صورت میگیرد .

۱- مایع در تحت فشار معین همیشه در درجه حرارت ثابت و معین شروع به غلیان میکند که آن را نقطهٔ غلیان می نامند .

2 - در تحت فشار ثابت در تمام مدت جوشیدن درجه حرارت ثابت مانده و تغیر نمیکند .

3 - یک مایع در درجهٔ حرارت به جوش میآید که فشار اعظمی بخارش در آن درجه حرارت با فشاریکه از خارج به مایع وارد می شود مساوی باشد

4- گم شدن فشار نقطهٔ غلیان را پائین میآورد.

5 - ازدیاد فشار نقطهٔ غلیان را بالا می برد.

6 - علاوه بر فشار عوامل دیگر نیز باعث تأخیر غلیان میشود یکی از آن عمق مایع است که سبب ازدیاد نقطهٔ غلیان میشود.

(9-7) میعان یا تراکم :

عبارت از تبدیل بخار به مایع است . و برای تراکم سه طریقه موجود است .

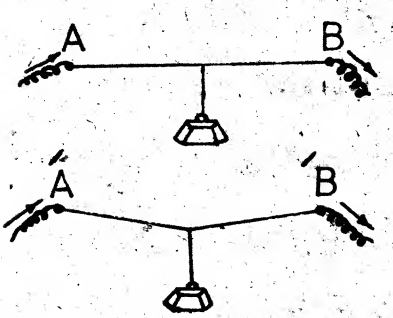
1- توسط پایان آوردن درجه حرارت .

2 - توسط افزایش درجه حرارت .

3 - بوسیله پایان آوردن درجه حرارت و افزایش فشار .

(9-8) انبساط اجسام :

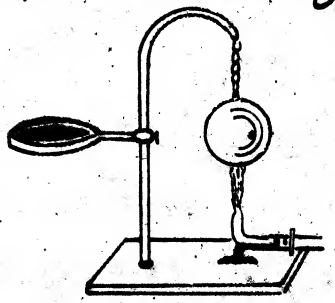
تجارب و آزمایش های متعدد نشان میدهد که اجسام به اثر حرارت منبسط گردیده طول، سطح وحجم آنها زیاد می گردد و اگر درجه حرارت آنها کم شود ابعاد آن کوچک می گردد . انبساط و انقباض توسط نظریهٔ مالیکولی توضیح وتشریح شده میتواند چنانچه قبلاً ذکر شد که در اثر ازدیاد درجه حرارت اهتزاز مالیکول های جسم سریع شده و با مالیکول های مجاور فشار وارد میکنند که در حقیقت هر مالیکول فضای بیشتر را برای خود اشغال میکند و در نتیجه حجم مجموعی اشغال شده توسط مالیکول های آن جسم تزاید میکند.



شکل (3-9) .

تجربه : هرگاه سیم نازک را مانند شکل (3-9) بین دو نقطه A و B خوب کش نموده طوری محکم کنیم که وزنه ایکه در وسط آن آویخته شده آن را پائین نیاورد و بعد هر دو سیم را به منبع برق وصل کنیم (سه بالتی 1,5 ولتی) می بینیم که با گرم شدن سیم طول آن زیاد میشود و وزنه پائین میآید حالت $\bar{A}\bar{B}$.

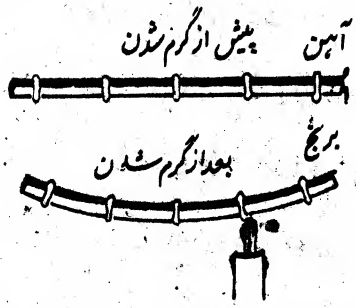
تجربه : گلوله فلزی راکه در حرارت عادی از حلقه A قرار شکل (۴-۹) عبور کرده بتواند حرارت



شکل (۴-۹)

میدهیم گلوله پس از گرم شدن از حلقه عبور کرده نمیتواند اما اگر سرد شود دوباره از حلقه خواهد گذشت ، انبساط اجسام مختلف در اثر حرارت متفاوت است .

تجربه : اگر دو فلز مختلف مثلاً آهن و برنج را در چند نقطه با میخ پیچ باهم محکم کنیم و بعداً آن را حرارت دهیم به علت اختلاف میزان انبساط خمیدگی پیدا میکند . علت آن این است که برنج قبل از آهن منبسط می شود .



شکل (۵-۹)

افزایش طول میله یک متری برنج ، مس ، نقره و آهن در درجه حرارت 100° c در جدول ذیل تحریر گردیده .

برنج	۱٫۷ ملی متر .	نقره	۱٫۹ ملی متر
مس	۱٫۶ ملی متر .	آهن	۱٫۲۱ ملی متر

با وصف آن که انبساط جامدات در اثر حرارت بسیار کم است اما همین انبساط کم قوهٔ بزرگی را به وجود میآورد که در صنعت اهمیت زیاد دارد . زیرا در ساختمان پل های آهنی و خط های قطار آهن بین قطعات آهن فاصله کافی میگذارند تا این قطعات در اثر قوهٔ بزرگی که از اثر تابش شعاع آفتاب بالای قطعات آهن تولید میشود خم نشوند .

همچنان در سیستم نل روانی آب و تیل بعضی از قطعات لوله ها را خمیده اختیار میکنند تا در روز های تابستان به خمیدگی آن قطعه افزوده گردد تا به سایر قطعات در محل اتصال فشار نیاورده از هم جدا نشوند .

به صورت عموم در اجسام جامد انبساط به سه قسم است .

فصل دوم

سکالر و وکتور

(2-1) سکالر Scalares : تمام کمیات که برای شناخت آنها ذکر مقدار عددی کافی باشد بنام کمیات سکالری یاد می شود. مثلاً وقت، کتله، طول حجم، کثافت، درجه حرارت وغیره. کمیات سکالری اند که بدون درنظر داشت سمت تشخیص می شوند مثلاً $5sec$ ، $9^{\circ}c$ ، $6cm^3$ وغیره.

تمام کمیات فزیکی که برای شناخت آنها علاوه از ذکر مقدار یا اندازه ارائه جهت شان نیز لازم باشد بنام کمیات وکتوری نامیده می شوند. بطور مثال معلم نظامی مجاهدین به یک نفر مجاهد امری کند که سه قدم حرکت کند. مجاهد حیران می ایستد که به کدام جهت حرکت کند زیرا نمیداند که هدف و منظور استادشان به کدام جهت است. و اگر برایش تعین کند که به سمت غرب حرکت کن در این صورت مجاهد به جهت مطلوب حرکت میکند بطور مثال قوه، سرعت و تعجیل کمیات وکتوری می باشند، زیرا علاوه از مقدار، دانستن جهت آن نیز ضروری می باشد

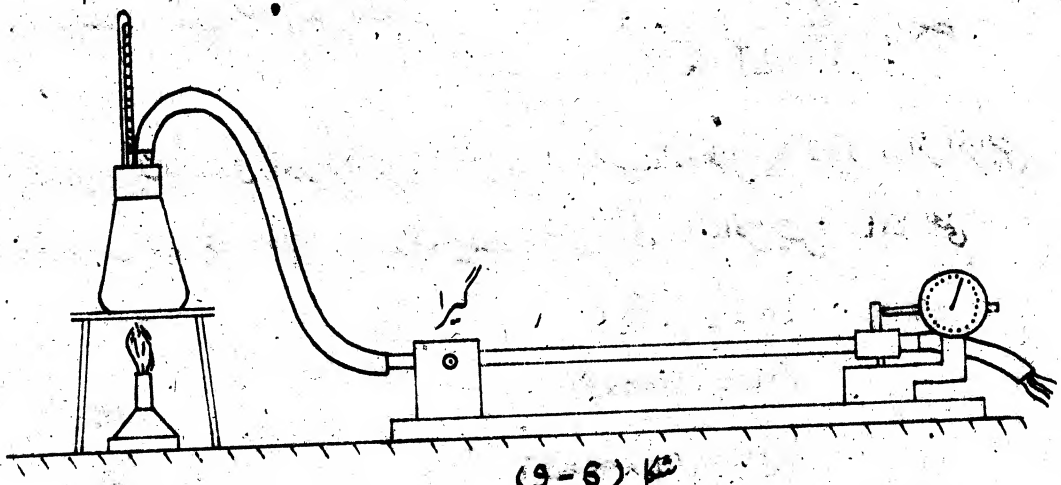
(2-2) نمایش وکتور :

وکتور را معمولاً توسط دو حرف که حرف اول طرف چپ مبدأ و حرف دوم آن انجام وکتور را ارائه

(۹-۹) انبساط طولی :

درصورتیکه جسم جامد به شکل سیم، میله و یا مانند آن باشد انبساط آن به شکل افزایش طول ظاهر میشود. در این صورت انبساط جامدات را انبساط طولی گویند.

انبساط طولی یک میلهٔ جامد را میتوان توسط تجربه ذیل مطالعه نمود. انجام چپ یک نل فلزی را که



شکل (۹-۶)

دارای طول معین است قرار شکل (۹-۶) توسط یک گیرا محکم می نمائیم انجام راست آزاد این نل فلزی به یک طول سنج ارتباط دارد که در اثر افزایش و یا تنقیص طول عقربهٔ آن حرکت نموده و از حرکت عقربه میتوان تغیر طول نل را مستقیماً تعین نمود انجام چپ نل با یک نل رابری بخار آب جوش که از یک محفظهٔ شیشه ئی به داخل نل هدایت گردیده وصل شده است. به درجهٔ حرارت t_1 اطاق عقربه طول سنج را بالای صفر عیار میسازیم هنگامیکه بخار آب در نل داخل میگردد نل را گرم نموده و طول آن افزایش می یابد که در نتیجه عقربه طول سنج حرکت نموده و از حرکت آن افزایش طول نل را میتوانیم بعد از اینکه نل فلزی در درجه حرارت بخار آب را بخود بگیرد دیده می شود که طول نل فلزی اضافه تر از آن تغیر نکرده ثابت می ماند.

افزایش طول نل فلزی یعنی $\Delta L = l_2 - l_1$ متناسب به افزایش درجه حرارت از t_1 به t_2 می باشد.

در اینصورت افزایش درجه حرارت $\Delta t = t_2 - t_1$ ، عبارت از Δt می باشد و طول L_1 میله در درجه حرارت t_1 عبارت است از ΔL

$$\Delta L = L_1 \times \Delta T$$

یا :

$$\frac{\Delta l}{l_1 \times \Delta t} = \text{Constant}$$

نسبت $\frac{\Delta l}{l_1 \times \Delta t}$ را ضریب انبساط خطی فلزی می نامند و آنرا به α نمایش میدهند ضریب انبساط اجسام مختلف، مختلف است پس داریم که :

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \times \Delta T} \left(\frac{1}{\text{grad}}\right)$$

α افزایش یک میله واحد طول و فی درجه حرارت را میدارد طول L_2 که میله در اثر افزایش درجه حرارت Δt بخود اختیار می نماید مساویست به طول اولی L_1 با افزایش ΔL یعنی

$$L_2 = L_1 + \Delta L$$

چون

$$\Delta L = L_1 \times \alpha \times \Delta T$$

پس

$$L_2 = L_1 (1 + \alpha \times \Delta T)$$

مثال : طول یک سیم آهنی به $(0^\circ c)$ ، $60cm$ است اگر سیم مذکور تا $80^\circ c$ حرارت داده شود طول آن چند خواهد بود .

$$\alpha = 11 \times 10^{-6} \times \frac{1}{\text{grad}}$$

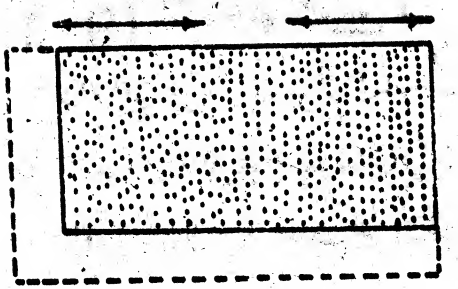
حل :

$$L_2 = L_1(1 + \alpha \times \Delta t) = 60(1 + 11 \times 10^{-6} \times 80) = 60\ 0528cm$$

(9-10) انبساط سطحی :

هر گاه یک لوحهٔ فلزی مستطیل شکل را مطابق شکل (۷-۹) حرارت دهیم لوحه در امتداد اضلاع منبسط گردیده سطح آن بزرگ می شود . برای محاسبه انبساط سطحی یک جسم در اثر افزایش درجه حرارت از ضریب انبساط خطی استفاده می نمائیم .

فرضاً به درجهٔ حرارت t_1 طول این مستطیل a_1 وعرض آن b_1 باشد هرگاه درجه حرارت



شکل (۶ - ۹)

آن به اندازه $\Delta t = t_2 - t_1$ افزایش یابد ابعاد آن به طول خود افزایش خواهد داد نظر به روابط خطی انبساط نوشته کرده میتوانیم

$$a_2 = a_1(1 + \alpha \times \Delta t)$$

$$b_2 = b_1(1 + \alpha \times \Delta t) \quad \text{II}$$

هرگاه سطح مستطیل را قبل از حرارت دادن به $a_1 \times b_1 = A_0$ و بعد از حرارت دادن به $a_2 \times b_2 = a_1 \times b_1(1 + \alpha \Delta t)^2$ نشان دهیم پس داریم که $A = a_2 \times b_2$

$$A = A_0(1 + 2\alpha\Delta t + (\alpha \times \Delta t)^2) \quad \text{III}$$

چون قیمت α کوچک است پس کمیت α^2 فوق العاده کوچک می باشد که در نتیجه $(\alpha \times \Delta t^2)$ قابل صرف نظر است - بناءً رابطه (3) شکل ذیل را میگیرد .

$$A = A_0(1 + 2\alpha\Delta t)$$

چون 2α یک کمیت ثابت است اگر آن را مساوی به β وضع کنیم داریم که :

$A = A_0(1 + \beta\Delta t)$ که β عبارت از ضریب انبساط سطحی بوده و دو چند ضریب انبساط خطی می باشد.

مثال : سطح اولی یک لوحه آهنی مستطیل الشکل به $20^\circ c$ ، $64\,cm^2$ است اگر درجه حرارت آن تا $80^\circ c$ بلند برده شود مساحت نهائی لوحه مذکور چند است درصورتیکه ضریب انبساط سطحی لوحه آهنی $22 \times 10^{-6}/grad$ باشد

حل :

$$A = A_0(1 + \beta\Delta t)$$

$$A = 64(1 + 22 \times 10^{-6} \times 60)$$

$$A = 64 + 22 \times 10^{-6} \times 64 \times 60) = 64 + 0,08448 = 64,08448 cm^2$$

(9-11) انبساط حجمی :

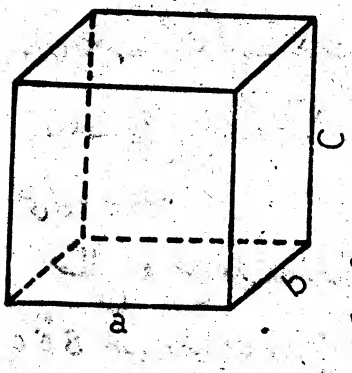
در اثر افزایش درجه حرارت حجم اجسام بزرگ میشود که این نوع انبساط بنام انبساط حجمی یاد می شود .
برای محاسبه انبساط حجمی یک جسم در اثر افزایش درجه حرارت از ضریب انبساط خطی استفاده می نمائیم
برای رسیدن به این هدف جسمی را که شکل مکعب مستطیل را داشته باشد در نظر میگیریم . فرضاً به درجه
حرارت t_1 طول این مکعب مستطیل a_1 عرض آن b_1 وارتفاع آن c_1 باشد هرگاه در اثر حرارت
داون درجه حرارت آن به اندازه $\Delta t = t_2 - t_1$ افزایش یابد ابعاد آن بالترتیب ذیلاً افزایش
می یابد .

$$a_2 = a_1(1 + \alpha \cdot \Delta t) \quad \text{---} \quad 1$$

$$b_2 = b_1(1 + \alpha \cdot \Delta t) \quad \text{---} \quad 2$$

$$c_2 = c_1(1 + \alpha \cdot \Delta t) \quad \text{---} \quad 3$$

اگر حجم این مکعب مستطیل را قبل



از گرم شدن V_1 بگویم . $V_1 = a_1 \times b_1 \times c_1$

وبعد از گرم شدن V_2 بگویم . $V_2 = a_2 \times b_2 \times c_2$

اگر رابطه I ، II و III را طرف به طرف ضرب کنیم داریم که :

$$a_2 \times b_2 \times c_2 = a_1 \times b_1 \times c_1 (1 + \alpha \times \Delta t)^3$$

$$V_2 = V_1 (1 + \alpha \times \Delta t)^3$$

$$V_2 = V_1 (1 + 3\alpha \times \Delta t + 3\alpha^2 \times \Delta t^2 + \alpha^3 \times (\Delta t)^3)$$

چون α یک عدد بسیار کوچک است بناءً α^2 و α^3 نیز بسیار کوچک می باشد لذا میتوانیم از آن
صرف نظر نمائیم ومعادله مذکور را طور ذیل تحریر نمائیم . $V_2 = V_1 (1 + 3\alpha \times \Delta t)$ اگر
$3\alpha = \gamma$ در رابطه وضع کنیم خواهیم داشت که $V_2 = V_1 (1 + \gamma \Delta t)$ که γ بنام ضریب
انبساط حجمی یاد میشود وسه چند ضریب انبساط خطی است .

مثلاً اگر میلهٔ آهنی که دارای طول $L=100cm$ و مقطع یک سانتی متر مربع باشد در نظر گیریم و درجه حرارت آن را به اندازهٔ $100^{\circ}c$ بلند برده شود طول میلهٔ مذکور به اندازهٔ افزایش می یابد

مثال: حجم یک کره شیشه ئی در $20^{\circ}c$، $120\ cm^3$ است تزاید حجم $V-V_0$ آنرا به درجه حرارت $100^{\circ}c$ دریافت کنید درصورتیکه $\gamma=12\times10^{-6}/grad$ باشد

$$V=V_0(1+\gamma\Delta t)$$

$$V=120(1+12\times10^{-6}\times80)$$

$$V=120+12\times10^{-6}\times120\times80=120+0,1152=120,1152 \Rightarrow$$

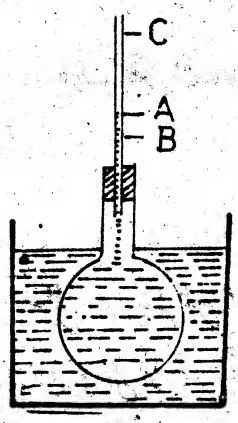
$$v-v_0=120,1152-120=0,1152\ cm^3$$

مسایل سوالات شماره ۱، ۶ و ۹ گروپ چهارم تمرین را حل کنید.

(9-12) انبساط مایعات:

مایعات در اثر افزایش درجه حرارت بیشتر انبساط می کنند یا به عبارهٔ دیگر ضریب انبساط حجمی مایعات از ضریب انبساط حجمی جامدات بزرگتر است.

تجربه: ظرف شیشه ئی که در بین آن مطابق شکل (9-9) میلهٔ نازک درجه دار نصب است از مایع رنگه طوری پر میکنیم که سطح آزاد مایع در لوله در نقطه A استاده شود. بعداً ظرف را در آب جوش داخل میکنیم می بینیم که مایع اولاً در لوله از نقطهٔ A پائین میآید و به نقطهٔ B میرسد ولی پس از چند لحظه مایع به تدریج در لوله بالا میرود و از سطح اول هم میگذرد. لذا دو نوع انبساط صورت گرفته. یکی انبساط ظرف و دیگر انبساط مایع داخل ظرف بنابراین در مایعات دونوع انبساط موجود است. انبساط حقیقی و انبساط ظاهری، انبساط حقیقی در یک



شکل (9-9)

مایع مساوی به حاصل جمع انبساط مایع و انبساط ظرف است.

انبساط ظاهری مایعات عبارت از انبساطی است که مایع در اثر حرارت به داخل ظرف انبساط می نماید.

(9-13) ضریب انبساط حقیقی مایعات:

مانند جامدات از دیاد واحد حجم مایع که در اثر ازدیاد یک درجه حرارت صورت میگیرد بنام ضریب انبساط حقیقی مایع یاد میشود وقتی که درجه حرارت مایع از t_0 به t بلند رود ازدیاد حجم مایع متناسب به حجم اولی و ازدیاد درجه حرارت مایع است اگر V_0 حجم اولی به t_0 و V حجم آن به t باشد

$$V - V_0 = \Delta V$$

$$t - t_0 = \Delta t$$

$$\Delta V \sim V_0 \times \Delta t$$

(اینتا) $$\eta = \frac{V - V_0}{V_0(t - t_0)} = \frac{\Delta V}{V_0 \times \Delta t}$$

$$V - V_0 = \Delta V = \eta V_0 \times \Delta V$$

η را ضریب حقیقی انبساط مایع گویند، حجم V مایع به درجه حرارت Δt عبارت است از

$$V = V_0 + \eta V_0 \times \Delta t$$

$$V = V_0 (1 + \eta \times \Delta t)$$

مثال: یک ظرف شیشه ئی کاملاً از ایتال الکول پر بوده و حجم ظرف مذکور $40 cm^3$ است اگر درجه حرارت آن از $15^\circ c$ به $25^\circ c$ بلند برده شود یک مقدار الکول از ظرف می ریزد حجم الکول داخل ظرف چقدر است. $\eta = 0,0112^\circ c$

$V_0 = 40 cm^3$

$V = V_0 (1 + \eta \Delta t)$ $\quad V = 40(1 + 0,0112 \times 10)$

$t - t_0 = 10^\circ c$ $\quad V = 44,48 cm^3$

تمرینات فصل سوم

گروپ اول سوالات انتخابی :

به سوالات ذیل چهار جواب ارائه گردیده جواب صحیح را انتخاب نمائید.

۱ـ حرکت مالیکول های مایعات نسبت به جامدات :

a ـ کندتر است .

b ـ سریع تر است .

c ـ یکسان اند.

d ـ معادل اند :

۲ـ عملیه تبدیل جامد به بخار را :

a ـ ذوب گویند b ـ انجماد گویند c ـ تصعید گویند d ـ تبخیر گویند

۳ ـ درجه حرارت جسم در تمام مدت ذوب

a ـ زیاد می شود b ـ کاهش می یابد c ـ ثابت می ماند. d ـ هر سه آن صحت است.

۴ ـ توسط یکی از عملیه های ذیل تراکم (معیان) امکان پذیر نیست :

a ـ توسط نقصان درجه حرارت .

b ـ توسط ثابت نگهداشتن درجهٔ حرارت .

c ـ توسط افزایش درجه حرارت .

d ـ به وسیلهٔ نقصان درجه حرارت و افزایش فشار.

5 ـ در اثر کاهش درجه حرارت حجم یک جسم :

a ـ افزایش طولی و سطحی میکند .

b ـ افزایش حجمی میکند .

c ـ کاهش طولی وسطحی میکند .

d ـ کاهش حجمی می کند .

گروپ دوم سوالات تکمیلی : خالیگاه جملات ذیل را به کلمات مناسب تکمیل نمائید .

۱ ـ عکس عملیهٔ تبخیر را ( ) گویند .

۲ ـ ازدیاد فشار نقطهٔ غلیان را ( ) میبرد .

۳ ـ یک جسم در اثر تغیر درجه حرارت حالت ( ) را تغیر میدهد .

۴ ـ حجم یخ در اثر ذوب شدن ( ) میشود .

گروپ سوم سوالات صحیح وغلط :

سوالات ذیل را مطالعه نمائید اگر صحیح باشد در پیشروی آن علامه (ص) اگر غلط باشد پیشروی آن علامه (غ) بگذارید .

۱ ( ) درعملیهٔ ذوب ساده اجسام مستقیماً از حالت جامد به مایع تبدیل میشوند .

۲ ( ) انجماد تبدیل جامد است به مایع .

۳ ( ) رابطه $L = l(1 + \alpha \Delta t)$ معادله انبساط خطی را نشان میدهد .

۴ ( ) رابطه $V = V_0(1 + \beta \Delta t)$ معادله انبساط حجمی را نشان میدهد .

گروپ چهارم سوالات عبارتی :

۱ ـ طول یک میلهٔ فلزی به $1000^{\circ}c$ یک متر است طول آن را به $400^{\circ}c$ پیدا کنید درصورتیکه ضریب انبساط خطی آهن بین صفر درجه و $1000^{\circ}c$ درجه $1,2 \times 10^{-5}$ است .

۲ ـ طول یک خط کش در $100^{\circ}c$ ، 503,5 ملی متر و به $200^{\circ}c$ درجه 505 ملی متر است ضریب انبساط خط کش فلزی مذکور را پیدا کنید . بر علاوه طول خط کش را در صفر درجه دریافت نمائید .

۳ - یک پل آهنی که 80 m طول دارد تغییرات درجه حرارت در زمستان و تابستان بالترتیب $-4^{\circ}C$ و $44^{\circ}C$ می باشد. معلوم نمائید که در انجام متحرک این پل به چه اندازه فاصله داشته باشد. تا پل از خطر انحنا محفوظ باشد.

۴ - یک اطاق که ابعاد آن 18 m ، 32 m و 10 m است در زمستان از $15^{\circ}C$ به $30^{\circ}C$ گرم میشود معلوم کنید که چند لیتر هوا در این تحول از اطاق خارج میگردد در صورتیکه فشار اطاق ثابت نگهداشته شده باشد.

۵ - یکمقدار گاز در صفر درجهٔ سانتی گرید قرار دارد معلوم کنید که درجه حرارت آن را به چند برسانیم تا حجم آن نصف شود.

۶ - حجم مایعی به صفر درجه سانتی گرید $12cm^3$ است هرگاه مایع مذکور را $70^{\circ}C$ حرارت دهیم حجم مذکور $13,1cm^3$ می شود ضریب مطلق انبساط را دریافت کنید.

۷ - حجم یک چاینک المونیم در $20^{\circ}C$، $1200cm^3$ است حجم آن را در $100^{\circ}C$ دریافت نمائید.

۸ - مساحت یک لوحهٔ مسی در $20^{\circ}C$ ، $12cm^3$ است اگر حرارت آن تا $90^{\circ}C$ برسد مساحت آن چقدر تزاید خواهد کرد.

۹ - ورقهٔ جست مستطیل شکل که ابعاد آن در $0^{\circ}C$ ، 0,6 و 0,5 متر است درجه حرارت آن را به صد درجه میرسانیم سطح این ورقه را حساب کنید در صورتیکه ضریب انبساط طولی جست 58.10^{-6} باشد.

۱۰ - نایتروجن در 196° به جوش میآید این درجه به کدام درجه کلوین مطابقت میکند.

۱۱ - درجه حرارت سطح آفتاب تقریباً $6000^{\circ}K$ است درجهٔ معادل آن به سانتی گرید چند است؟

ACKU
DCA
1996

تعداد چاپ (۳۰۰۰) جلد طبع اول سال ۱۳۷٤
طبع: مطبعه سید جمال الدین افغان (آی - آر - سی)

REFERENCES

مـأخذ

1. Huah, To Boon, and Ho Miew Han
   New Secondary Science Book 1
   Singapore: Pan Pacific Book Distributors, 1986.

2. Huah, To Boon, and Ho, Miew Han
   New Secondary Science Book 2
   Singapore: Pan Pacific Book Distributors, 1985.

3. Hussain, Dr. Tahir
   Fundamentals of Physics (Vol.1)
   Lahore: Prince Book Depot, 1983.

4. Pople, Stephen
   Explaining Physics
   London: Oxford University Press, 1985.

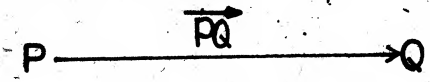
5. Blough, Glenn O. and Julius Schwartz
   Elementary School Science and How to Teach It
   New York: Holt, Rinchart and Winston, 1979

6. ریاست تألیف وترجمه فزیک صنف دهم افغانستان ۱۳۵۲ هـ ش

7. محمود عرب اف ، ابوقاسم سیاه فزیک سال اول ایران ۱۳۶۰ هـ ش

میکند نشان میدهد. همچنان وکتور را توسط یک حرف کوچک انگلیسی نیز نمایش میدهند و بر سر آن علامهٔ کوچک تیر (⟶) میگذارند که سر تیر جهت وکتور و طول وکتور مقدار آن را نشان میدهد

مثلاً وکتور $\overrightarrow{PQ}$ که P مبدأ و Q انجام آن است و جهت آن از P به طرف Q می باشد.

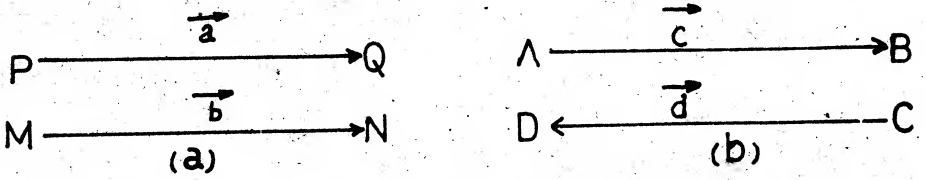


شکل (2-1)

بناءً بطور خلاصه وکتور را چنین تعریف میکنیم. **قطعه خط جهت دار را وکتور می گویند** همچنان قیمت مطلقهٔ وکتور عبارت از طول وکتور است که به شکل $|\overrightarrow{PQ}|$ نشان داده میشود.

(2-3) وکتورهای موازی :

دو وکتور وقتی موازی گفته می شوند که نه خودشان و نه امتدادشان نقطهٔ مشترک داشته باشد مثلاً شکل (2-2a) دو وکتور موازی و هم جهت و شکل (2-2b) دو وکتور موازی و مختلف الجهت را نشان میدهد.



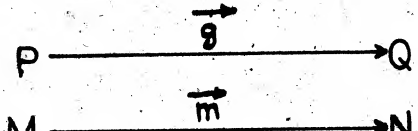
شکل (2-2)

(2-4) وکتورهای مساوی :

دو وکتور وقتی مساوی اند که دارای سه شرط ذیل باشد 1- طول (مقدار) شان مساوی باشد.

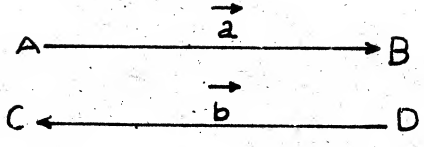
2- هم جهت باشند.

3- موازی باشند.



شکل (2-3a)

در شکل (2-3a) وکتورهای $\overrightarrow{PQ}$ و $\overrightarrow{MN}$



شکل (2-3b)

که باهم مساوی اند نشان داده شده است .

و ذیلاً نوشته می شود $\vec{PQ} = \vec{MN}$ و یا $\vec{q} = \vec{m}$

در شکل (2-3b) وکتورهای $\vec{AB}$ و $\vec{CD}$ که باهم موازی اند مساوی نمی باشند زیرا هم جهت نیستند .

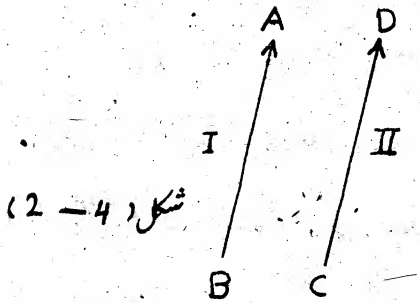
$$\vec{AB} \neq \vec{CD}$$

$$\vec{a} \neq \vec{b} \quad \text{یا}$$

اما قیمت مطلقه شان باهم مساوی اند یعنی $|\vec{a}| = |\vec{b}|$

(2-5) وکتور منتقله :

وکتوری است که از موقعیت (I) به موقعیت (II) موازیاً انتقال داده شود .



شکل (2 — 4)

مثلاً وکتور CD که از موقعیت (I) به موقعیت (II) انتقال داده شده است وکتور منتقله وکتور AB است بخاطر باید داشت که وکتور اصلی ووکتور منتقله آن همیشه باهم مساوی اند شکل (2-4)

(2-6) مجموع دو وکتور :

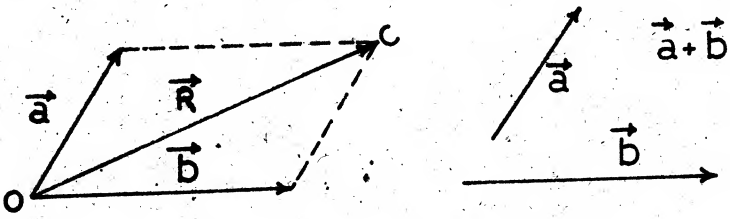
مجموع و یا محصله دو وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ که بصورت الجبری جمع می شوند وکتور سوی $\vec{m}$ است.

$\vec{a} + \vec{b} = \vec{m}$ بدو طریق میتوان محصلهٔ دو وکتور را رسم نمود.

a) طریقه متوازی الاضلاع :

برای دریافت مجموع یا محصله دو وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ به طریقه متوازی الاضلاع درصورتیکه $\vec{a}$ و $\vec{b}$ دارای مبدأ مشترک نباشند وکتور $\vec{b}$ را موازیاً از جایش طوری انتقال میدهیم که مبدأ آن به مبدأ وکتور $\vec{a}$ منطبق شود از انجام وکتور $\vec{a}$ یک وکتور موازی به وکتور $\vec{b}$ و از انجام وکتور $\vec{b}$ یک وکتور موازی

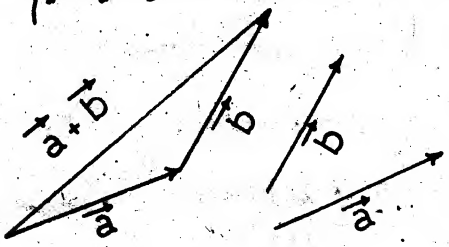
به وکتور $\vec{a}$ رسم میکنیم ونقطۀ تقاطع شان را C می نامیم نقطه C را به مبدأ مشترک یعنی (O) وصل میکنیم پس وکتور $\vec{OC}$ یعنی وتر متوازی الاضلاع محصله دو وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ می باشد مانند شکل (2-5)



شکل (2-5)

b) طریقۀ انتقال :

وکتور $\vec{a}$ را به جای خودش نگهداشته وکتور $\vec{b}$ را موازیاً طوری انتقال میدهیم که مبدأ $\vec{b}$ به انجام $\vec{a}$ منطبق شود. بعداً مبدأ $\vec{a}$ را به انجام $\vec{b}$ وصل میکنیم وکتوری که مبدااش مبدأ وکتور $\vec{a}$ وانجام اش انجام وکتور $\vec{b}$ باشد محصله ویا مجموع وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$



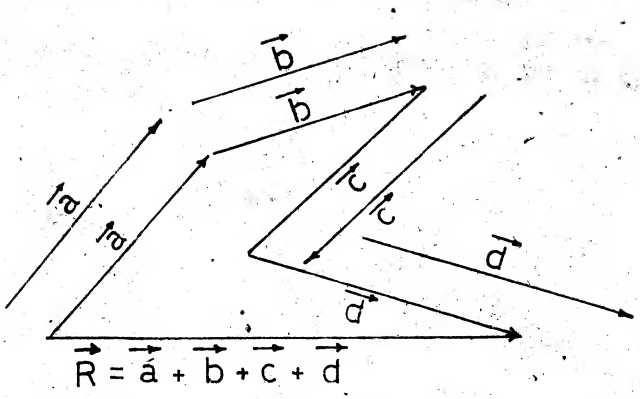
شکل (2-6)

می باشد مانند شکل (2-6) یاد آور باید شد که روش دوم کدام طریقۀ خاصی نیست بلکه خلاصه طریقه اول می باشد .

(2-7) مجموع چندین وکتور :

اگر چندین وکتور داشته باشیم برای دریافت محصلۀ آن، از طریقه انتقال استفاده میکنیم.

مثال : محصله وکتور $\vec{a}$ ، $\vec{b}$ ، $\vec{c}$ و $\vec{d}$ راکه در شکل (2-7) داده شده به استفاده از طریق انتقال دریافت کنید.



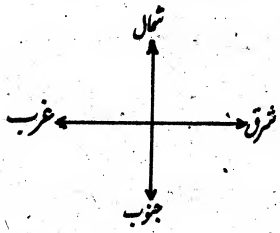
شکل (7 – 2)

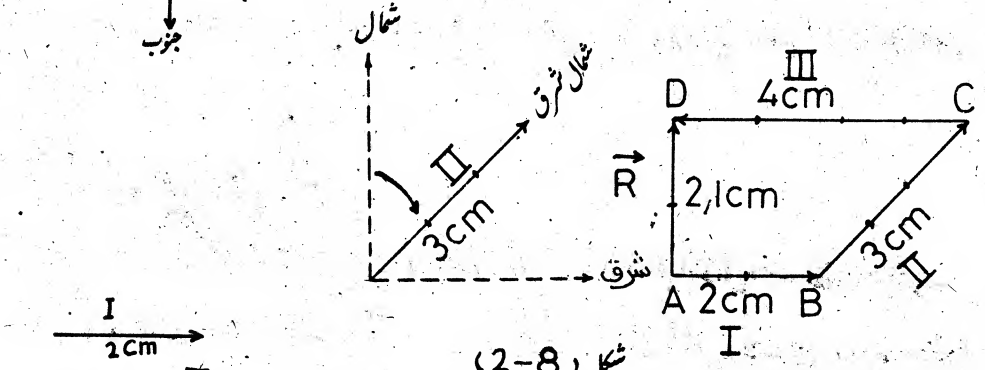
حل - شکل (7 – 2) به دقت نظر اندازی شود .

مثال : یک شاگرد 10 کیلومتر به طرف شرق بعداً 15 کیلومتر به طرف شمال شرق و بالآخره 20 کیلومتر به طرف غرب حرکت میکند موقعیت شاگرد را از نقطه حرکت آن تعیین کنید ؟

حل - با در نظر داشت اندازه و سمت برای آسانی کار اگر 5km = 1cm قبول کنیم

در آن صورت داریم 15km = 3 cm ، 20 km = 4cm و 10 km = 2cm





شکل (8 – 2)

نقطه A موقعیت اولی شاگرد و نقطه D موقعیت نهائی شاگرد می باشد .

مثال : یک جسم معین توسط سه قوه 20 ، 30 و 40 نیوتن که دارای نقطه مشترک اند کش میشود

فصل اول

(1—1) اندازه گیری و اهمیت آن :

فزیک علمیست که اساس وتهداب آن را اندازه گیری تشکیل داده است. پس برای اینکه اشیا و مواد محیط ما حول خویش را خوبتر و بهتر بشناسیم لازم است معلومات لازم را در بارهٔ آنها داشته باشیم که این معلومات از طریق اندازه گیری بدست میآید .

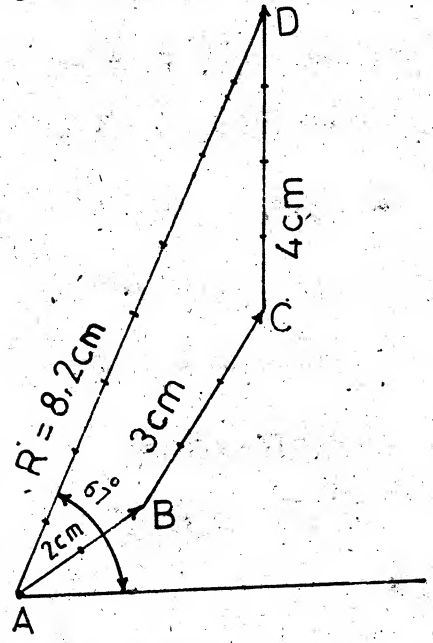
اندازه گیری در فعالیت های روزمره، ارزشی بسزای دارد . معنی اندازه گیری یک کمیت فزیکی عبارت از مقایسهٔ آن کمیت با کمیت مجنس آن که بحیث واحد آن قبول شده است می باشد. وقتی که تعداد ساعت های درسی را که شاگردان درطول یک هفته درس میخوانند یاد داشت می نمائیم. زمان را اندازه گرفته ایم. وقتی یک کیلوگرام برنج یا پنج کیلوگرام سیب می خریم به اندازه گیری وزن ضرورت می افتد. همچنان اگر به شغل های مردم توجه کنیم . داکتر درجه حرارت و فشارخون مریضان خود را اندازه میگیرد، علماً فزیک از اجسام بسیار بزرگ مانند ابعاد جهان تابسیار کوچک مانند قطر اتم را اندازه می گیرند .

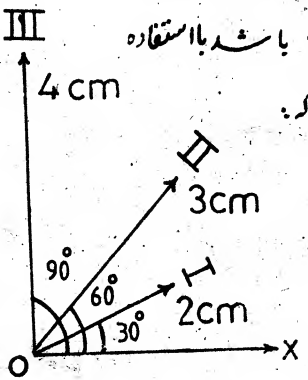
اندازه گیری آن قدر به زندگی روزانهٔ ما آمیخته است که به آن علاقهٔ زیاد داریم . دانش فزیک نیز به اندازه گیری آغاز شده است . پس میتوان به اطمینان کامل بگوییم که اگر ما نتوانیم یک شی را اندازه بگیریم در مورد آن به صورت درست فکر کرده نمیتوانیم .

(2—1) طریق اندازه گیری یک کمیت :

وقتی میخواهیم کمیتی را اندازه نمائیم لازم است دو عمل را انجام دهیم نخست انتخاب واحد مناسب

طوری که سمت عمل قوه ها با محور X بالترتیب زوایای 30° ، 60° و 90° را می سازد محصلهٔ قوه ها را دریافت کنید. شکل (9-2)





شکل (9-2)

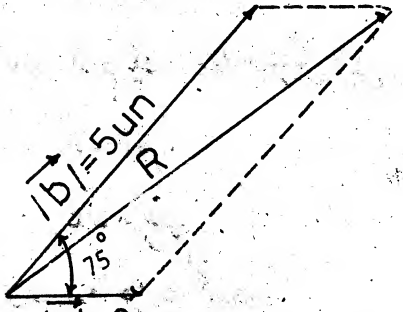
حل - با درنظر داشت اندازه قوه ها و محور کمیات وضعیه طور ذیل عمل میکنیم.

فرضاً $1cm = 10N$ باشد با استفاده از طریقه انتقال داریم که:

مسایل: سوالات شماره 2 و 3 گروپ دوم و سوال یک گروپ چهارم تمرین را حل کنید.

مثال: محصله وکتورهای $|\vec{a}|=2un$ و $|\vec{b}|=5un$ را رسم کنید در حالیکه $\vec{a}$ با $\vec{b}$ زاویه 75° را ساخته و مبدأ مشترک داشته باشند.

حل - اولاً وکتور $|\vec{a}| = 2un$ را رسم میکنیم و بعداً وکتور $|\vec{b}| = 5un$ را طوری رسم میکنیم که با وکتور $\vec{a}$ زاویهٔ 75° را تشکیل دهد و بعد به طریقه متوازی الاضلاع محصله آنها را مثل شکل (10-2) رسم میکنیم.

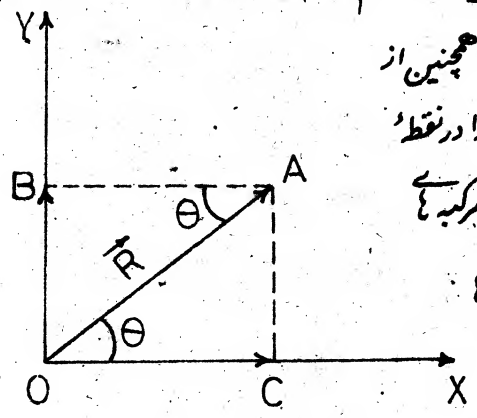


شکل (10-2)

(2-8) تجزیه وکتور محصله به دو مرکبه:

بعضاً برای حل برخی از مسایل لازم میشود که یک وکتور محصله را به مرکبه های آن تجزیه کنیم فرضاً وکتور محصله R با مبدأ O و انجام A داده شده است. میخواهیم آنرا به دو مرکبه به استقامت های

معین ox و oy تجزیه کنیم قرار شکل (2-11) از انجام وکتور محصله R یک موازی را با محور OX رسم میکنیم تا OY را در نقطه B قطع کند. همچنین از نقطه A موازی به OY رسم میکنیم تا OX را در نقطهٔ C قطع کند در این صورت $\vec{OC}$ و $\vec{OB}$ مرکبه ها وکتور محصله R اند. که هر یک از این مرکبه ها از رابطه ذیل بدست میآید.



شکل (2-11)

$$\vec{OB} = \vec{R} \times \sin\theta$$

$$\vec{OC} = \vec{R} \times \cos\theta$$

تمرینات فصل دوم

گروپ اول : سوالات انتخابی

سوالات ذیل چهار جواب دارد . جواب صحیح را دریافت نمائید .

۱ـ کدام یک از مقادیر فزیکی ذیل کمیت وکتوری را نشان میدهد؟

a ـ حجم . b ـ کتله .

c ـ قوه . d ـ طول

۲ـ کدام یک از مقادیر فزیکی ذیل کمیت سکالری را ارائه میکند ؟

a ـ قوه . b ـ تعجیل .

c ـ سرعت . d طول

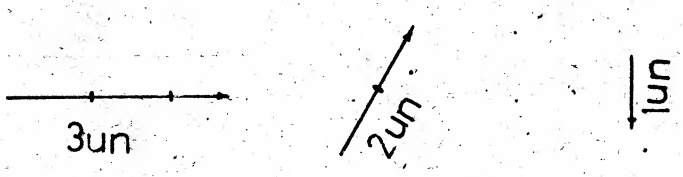
3 ـ درجه حرارت کمیت :

a ـ وکتوری است . b ـ سکالری است .

c وکتوری وسکالری است . d ـ هیچ کدام .

گروپ دوم : سوالات ذیل را حل نمائید .

۱ - محصلهٔ وکتورهای را که در شکل داده شده است بدست آرید .



2 - اگر $F_1 = 20N$ ، $F_2 = 30N$ باشد و با محور افقی بالترتیب زوایای 30° و 60° را بسازند محصلهٔ آنها را دریافت کنید ؟

3 - اگر وکتور محصل $R = 30N$ به محور افقی زاویه 45° را بسازد مرکبه های افقی و عمودی آنرا بدست آرید .

گروپ سوم : سوالات تکمیلی

سوالات ذیل را مطالعه نموده جای های خالی را به کلمات مناسب تکمیل کنید .

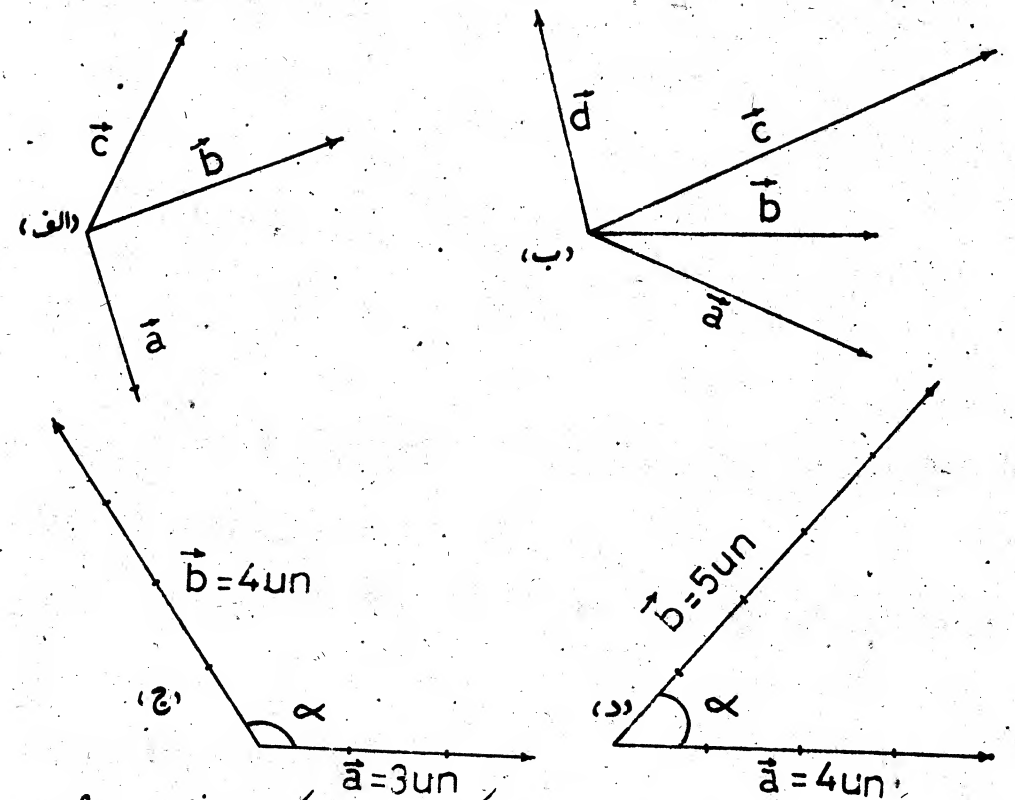
۱ - قیمت مطلقهٔ وکتور عبارت از ( ) وکتور است .

2 - قطعه خط ( ) را وکتور گویند

3 - دو وکتور وقتی مساوی اند که دارای سه شرط ( ) ، ( ) و ( ) باشند .

گروپ چهارم : سوالات عبارتی .

1 - اشکال ذیل را در نظر گرفته محصلهٔ آنها را بوسیلهٔ رسم دریافت کنید .



2 ــ مرکبه های وکتور محصله R=10 UN را دریافت کنید درصورتی که با محور افقی زاویهٔ 30° و با محور غیرعمودی زاویهٔ 70° درجه رابسازد.

3 ــ مرکبه های وکتور محصلهٔ R = 5N را دریافت کنید درصورتی که به محور افقی زاویه 45° و با محور غیرعمودی زاویه 60° را تشکیل نماید.

گروپ پنجم : سوالات صحیح و غلط

سوالات ذیل رامطالعه کنید اگر صحیح باشد درپیشروی آن علامهٔ (ص)، و اگر غلط باشد علامه (غ) تحریر دارید.

1-( ) کمیات که برای شناخت آن تنها ذکر مقدار عددی کافی باشد بنام وکتور یاد میشود.

2-( ) دو وکتور زمانی باهم موازی هستند که تنها و تنها یک نقطهٔ مشترک داشته باشند.

3-( ) وکتور منتقل وکتوری است که از موقعیت I به موقعیت II موازیاً برده شود .

4-( ) دو وکتور $\vec{a}$ و $\vec{b}$ که موازی وهم جهت اند مساوی نیز هستند .

5-( ) کمیت که به جهت ضرورت دارد بنام کمیت وکتوری یاد می شود .

گروپ ششم :

در ذیل سوالات وجوابات در دو ستون A و B داده شده جوابات را از ستون B انتخاب ودر ستون A بگذارید .

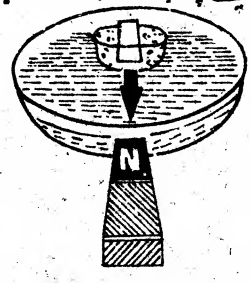
1 - متر مکعب .	a - وکتوری است که موازیاً از یکجا به جای دیگر نقل داده شود .
2 - درجه حرارت .	b - موازی وهم جهت اند ومقدارشان مساوی است .
3 - قوه .	c - کمیت سکالری است .
4 - وکتور .	d - کمیت وکتوری است .
5 - وکتورهای مساوی .	e - موازی وهم جهت اند .
6 - سرعت .	f - قطعه خط جهت دار است .
7 - وکتور منتقله .	J - معمولاً توسط دو حرف ارائه میشود .
	K - موازی ومختلف الجهت اند .

فصل سوم

قوه (Force)

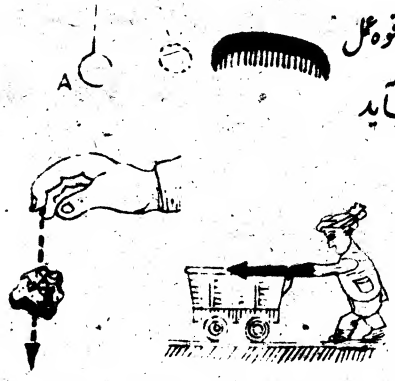
(1—3) قوه

یک آهن را بالای یک توته کارک نصب نموده و در ظرف غیرمقناطیسی پر از آب بروی آب



قرار دهید بعداً یک مقناطیس را قرار شکل (1—3) به طرف ظرف نزدیک نمائید به مشاهده میرسد که کارک به طرف مقناطیس حرکت میکند. پس عامل حرکت کارک به روی آب قوهٔ مقناطیس است.

هکذا یک گلوله مغزنی و یا گلوله کوچک کارک را توسط یک تار از یک محل آویزان کنید بعداً توسط شانه موی سری خود را که پاک و خشک باشد شانه نمائید و آن را به گلوله نزدیک کنید مشاهده خواهید کرد که گلوله موقعیت خویش را تغیر میدهد. در این صورت بر گلوله یک قوه عمل نموده است. همچنان اگر کراچی دستی را تیله کنیم به حرکت میآید و تغیر موقعیت میکند. و یا اگر پارچه سنگ از بالا به طور آزاد رها نمائیم توسط زمین جذب می شود. از تجارب فوق نتیجه میشود.



عامل که یک جسم ساکن را متحرک می سازد قوه است

همچنان اگر پارچه کاغذی که به اثر وزش باد حرکت میکند

شکل (1—3)

با دست خود توقف دهید و یا اگر بایسکل سوار یا در یور موتر بریک میگیرد. بایسکل و یا

موتر تو قف می نماید . در این صورت عامل توقف شان نیز قوه است . به همین ترتیب در میدان فتبال اگر شما توپ را شوت میکنید و برادرتان با پای خود توپ را به نفر سومی شوت کند عامل تغیر سمت حرکت توپ نیز قوه بوده است . پس قوه را چنین تعریف می کنیم .

قوه عبارت از عاملی است که جسم متحرک را ساکن و ساکن را متحرک سازد و یا سبب تغیر حرکت شود . قوه چیزی است که ما نمیتوانیم آن را ببینیم بلکه میتوانیم آنرا احساس کنیم و در بعضی اوقات عمل آنرا مشاهده کنیم خاصیت دیگر قوه این است که تحت تاثیر آن اجسام تغیر شکل میکنند .

(3-2) واحد قوّه :

واحد قوه در سیستم M.K.S نیوتن است که به N نشان داده می شود. و یک نیوتن عبارت از آن مقدار قوه است که بالای یک کیلوگرام کتله عمل نموده و به آن تعجیل به اندازه $1 m/sec^2$ به جهت قوّه بدهد .

در سیستم c.g.s واحد قوه داین است که یک داین عبارت از آن مقدار قوّه است که اگر بالای یک گرام کتله وارد شود و به آن تعجیل به اندازهٔ $1 Cm/sec^2$ به جهت قوه بدهد .

ناگفته نباید گذاشت که وزن جسم درحقیقت قوه یا مقدار قوهٔ کشش زمین است که بالای جسم عمل نموده و آن را بطرف خودی کشاند پس تعین وزن جسم تعین مقدار قوهٔ کشش زمین می باشد که بالای آن عمل میکند . از هنگذر اینکه با وزن اجسام آشنائی بیشتر داریم و واحدات آن را می شناسیم بناءً سهلتر است که این واحدات را برای قوه های دیگر نیز استعمال نمائیم فلهذا واحد قوّه را از نقطهٔ نظر وزن چنین تعریف میکنیم :

یک کیلوگرام وزن آن مقدار قوه است که در سطح بحر بالای یک کیلوگرام کتله عمل نموده

و آن را عموداً بطرف زمین بکشاند بطوری که به آن تعجیل به اندازهٔ $9{,}81\ m/sec^2$ بدهد.
یا اینکه قوهٔ به مقدار ۹٫۸۱ نیوتن که مساوی به $9.81\ kgm/sec^2$ می شود در کار است تا یک کیلوگرام کتله را از سقوط به زمین ممانعت کند.

همچنین یک گرام وزن عبارت از آن مقدار قوه است که در سطح بحر بالای یک گرام کتله عمل نموده و آن را عموداً بطرف زمین بکشاند و به آن تعجیل به اندازهٔ $981\ cm/sec^2$ بدهد. که این قوه مساوی به ۹۸۱ داین است.

ویک داین dyne مساوی به $1\ gr.cm/sec^2$ می باشد. همچنان $1N = 10^5\ dyne$
بخاطر باید داشت که بالای یک کیلوگرام کتله از طرف زمین قوه به اندازه 9,81N عمل میکند و آن را عموداً به طرف زمین سقوط میدهد، پس به هر اندازه که کتله جسم زیاد شود قوهٔ وارده از طرف زمین نیز بالای آن زیادی شود. مثلاً اگر کتلهٔ جسم 1kg باشد قوهٔ جاذبهٔ زمین (وزن جسم) 9,8N است و اگر کتلهٔ جسم 2kgr باشد قوهٔ جاذبهٔ زمین دوچند یعنی 19,6N می باشد اگر کتلهٔ جسم 3kgr باشد قوهٔ جاذبهٔ زمین سه چند یعنی 29,4N می شود پس اگر کتلهٔ جسم nkgr باشد در این صورت وزن جسم $n \times 9{,}8$ نیوتن خواهد بود یعنی وزن هر جسم متناسب به کتلهٔ آن است. ولی ضریب این نسبت در مکان های مختلف متفاوت است اگر وزن را به W کتله را به m نمایش دهیم میتوانیم بنویسیم $W = g \cdot m$ که در این رابطه g ثابت تعجیل جاذبوی است که بستگی به مکان دارد که در سطح بحر $g = 9{,}8\ m/sec^2$ است

شکل (2 - 3)

با درنظر داشت تشریحات فوق نسبت بین قوه وکتله ($\frac{F}{m}$) ثابت بوده و آنرا تعجیل میگویند. لذا دو جسم که کتله های شان مختلف باشد در وقت سقوط آزاد از عین ارتفاع در زمان مساوی به زمین میرسد.

مثال : اگر وزن سلاح یک مجاهد 49N باشد کتله سلاح مجاهد را در سطح زمین و همچنین وزن او در کرهٔ مهتاب که تعجیل جاذبه آن $1,6 m/sec^2$ است چند خواهد بود.

حل- از رابطه $W = mg$ نتیجه می شود که $m = \frac{w}{g} = \frac{49}{9,8}$

$$m = 5kg$$

$$W = mg = 5kg \cdot 1,6 m/sec^2 = 8N$$

(3-3) نمایش قوّه :

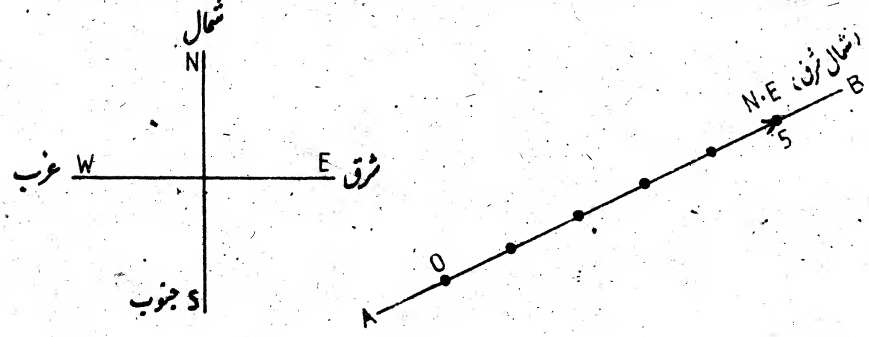
اگر توپ را باپای خود بزنید ، پای تان به یک نقطهٔ توپ تماس میکند که آن نقطه بنام نقطهٔ عمل (نقطهٔ تاثیر) یاد میگردد، طرف که توپ به آنسو حرکت میکند سمت حرکت توپ یعنی جهت قوه گفته می شود و مسیر توپ را خط عامل قوه میگویند . سرعت که توپ در اثر ضربه پای شما دریافت میکند و به آن یک فاصله را طی میکند مستقیماً متناسب به ضربه پای شما است بناءً برای تعین و تشخیص یک قوه سه چیز لازم است .

1: نقطهٔ تاثیر قوه 2 : جهت قوّه 3 : مقدار قوه .

چون قوه یک کمیت وکتوری است پس برای نمایش آن لازم است تا نقطه تاثیر ، سمت و مقدار قوه معین و مشخص گردد. مبدأ وکتور نقطهٔ تاثیر قوه ، طول وکتور مقدار قوّه و سمت وکتور جهت قوه را نشان میدهد .

مثلاً قوهٔ که مقدارش ($5.kg_F$) سمتش شمال شرق و نقطهٔ تاثیر آن نقطهٔ O یک جسم باشد که در شکل (3 - 3) نشان داده شده است . مثلاً ، خط (AB . N. E) خط عامل قوه

است . وکتوریکه توسط آن قوّه نمایش داده میشود بنام وکتور قوه موسوم است .

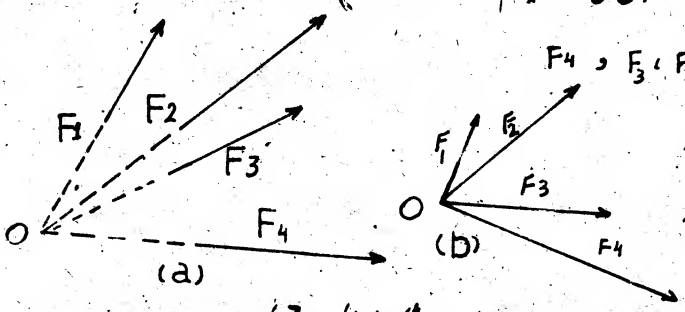


شکل (3-3)

(3-4) قوای متلاقی :

اگر خطوط عامل چندین قوه یک نقطه مشترک داشته باشند قوه ها را قوای متلاقی می نامند . هر نقطه خط عامل را که بخواهیم نقطهٔ تاثیر قوه انتخاب می توانیم درصورت قوای متلاقی نقطهٔ مشترک را می توانیم نقطهٔ تأثیر تمام قوا انتخاب کرد .

مثلاً اگر چهار قوه F_1 ، F_2 ، F_3 و F_4 را قرار شکل (3-4a) داشته باشیم که خطوط عامل آنها در نقطهٔ O متلاقی باشند پس می توانیم که نقطه O را نقطه تاثیر قوای F_1 ، F_2 ، F_3 و F_4 انتخاب نموده و آنها را طوریکه در شکل (3-4b) دیده می شود نشان داد



شکل (3-4)

(3-5) مفهوم قوهٔ محصله :

اگر قوه های F_1 ، F_2 ، F_3 و .. و F_n بالای یک جسم عمل کند جسم تحت تاثیر یک قوهٔ معین قرار میگیرد قوهٔ R که معادل به مجموع قوه های F_1 ، F_2 ، F_3 و F_n می باشد بنام محصلهٔ آنها یاد می شود .

اندازه گیری (ستاندارد) مناسب .

دوم : مقایسهٔ کمیت که اندازه کردن آن مطلوب است با واحد انتخاب شده . مثلاً وقتی میگوئیم طول یک چوب هفت متر است به این معنی است که آن را با واحد طول (متر) مقایسه نموده ایم .

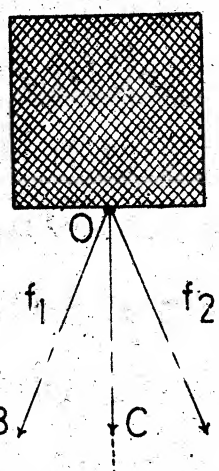
انتخاب واحد اندازه گیری مناسب خیلی مهم است زیرا نه تنها در علوم بلکه در صنعت هم داشتن ستاندردهای خوب اندازه گیری ضروری است . لذا در ممالک پیشرفته جهان ادارهٔ بنام ستاندردها وجود دارد .

(3-1) سیستم واحدات بین المللی :

چون امروز بین ممالک جهان ارتباط نزدیک علمی ، فرهنگی وتجارتی برقرار است . بناءً مردم جهان ضرورت مبرم به واحدات اندازه گیری مشابه دارند باساس همین احتیاج برای هم آهنگ ساختن واحدات کنفرانس بین المللی اوزان و مقادیر در سال ۱۳۳۹ هـ ش انعقاد گردید . فیصلهٔ بعمل آمد که در همه کشورها واحدات بین المللی که به علامه (SI) (SystemeInternational) نشان داده میشود بکار برده شود .

سیستم واحدات بین المللی نسبت ارتباط منطقی که بین خود دارند از واحدات بنام (M.K.S) گرفته شده است . یکی از خاصیت بسیار خوبی سیستم (S I) این است که تقسیمات واحدات آن به اساس سیستم اعشاری عیار گردیده یعنی هر واحد با واحدهای بزرگتر یا کوچکتر از خودش با مضربی از (۱۰ ، یا $\frac{1}{10}$) ارتباط دارد و هریکی از این مضارب دارای نام خاصی است که بصورت پیشاوند پیشروی نام واحدات اضافه می شود .

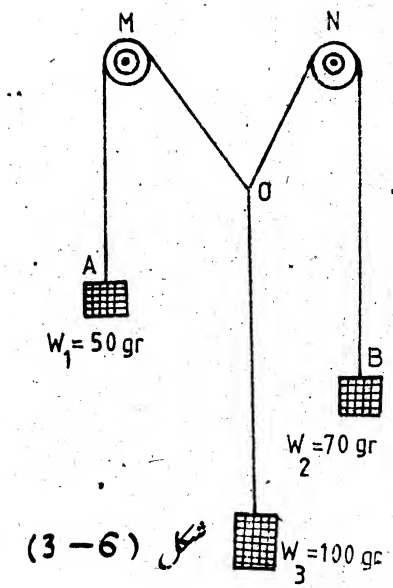
بخاطر باید داشت که قوه R همیشه معادل به مجموع قوه های که بالای جسم عمل میکنند شده می تواند یعنی این مجموع را در هر صورت با قوه محصله آن عوض کرده نمیتوانیم صرف در صورت قوه های موازی این عمل امکان پذیر است وبس. مثلاً اگر جسمی به ریسمان بسته شده و بعداً دو نفر مانند شکل (3-5) روی سطح افقی آنرا توسط قوای F_1 و F_2 کشش نمایند دیده می شود که جسم نه به طرف نفر اول A و نه به طرف نفر دوم B حرکت می کند بلکه به یک سمت دیگر بین OA و OB یعنی به امتداد خط OC حرکت میکند به عبارت دیگر جسم توسط قوهٔ دیگری که نقطهٔ تأثیر آن نقطه O (نقطه تلاقی وکتورهای F_1 و F_2) وجهت آن OC است به حرکت میآید درحالیکه بجز از قوای F_1 و F_2 قوهٔ دیگری وجود ندارد که بالای آن جسم عمل نماید پس به این نتیجه میرسیم که قوای F_1 و F_2 مجموعاً قوه اساسی را به وجود آورده که از هر یک از قوه های F_1 و F_2 چه در سمت وچه در مقدار متفاوت می باشد این قوه جدید بنام محصله قوه های مثلاقی F_1 و F_2 یاد می شود.



شکل (3-5)

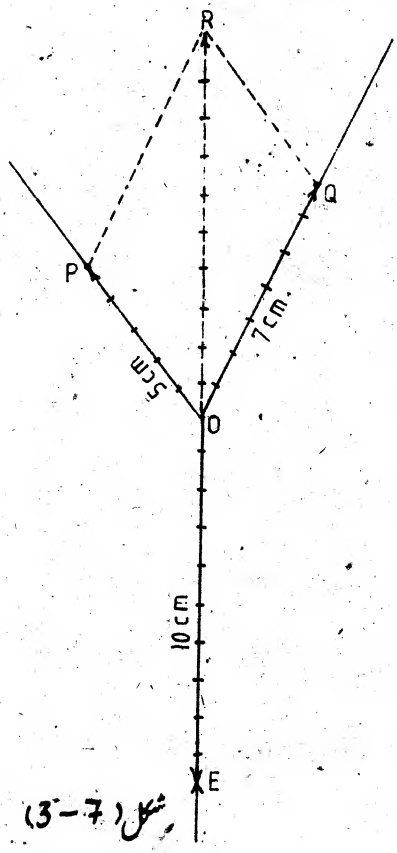
(3-6) دریافت محصله قوه های متلاقی :

به روی یک تخته چوب عمودی و یا دیوار عمودی دو چرخ ثابت M و N را توسط میخ طوری محکم کنید که به دور میخ آزادانه حرکت کرده بتواند شکل (3 - 6) بعداً یک تار را از جری چرخ های M و N عبور داده و در انجام A و B تار بالترتیب وزنه های $W_1=50gr$ و $W_2=70gr$ را می آویزیم و در یک نقطه کیفی تار فرضاً O یک وزنه $W_3=100gr$ می آویزیم. در این صورت نقطه O تحت تأثیر سه قوه W_1، W_2 و W_3 که جهات شان مختلف است قرار گرفته، و تار حالت تعادل را بخود میگیرد شکل (3 - 6) به دقت مطالعه شود بعداً یک ورق کاغذ را عقب سیستم بروی تخته و یا دیوار نصب نموده و با احتیاط کامل ذریعهٔ نوک پنسل جهت های تار را نشانی میکنیم.



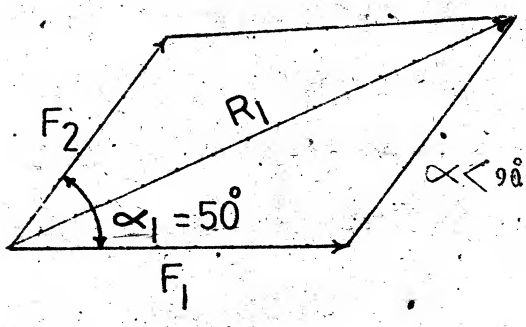
شکل (3 – 6)

سپس کاغذ را از عقب سیستم گرفته و بروی میز گذاشته جهت های تار روی صفحه کاغذ امتداد و جهت قوه ها را که در نقطه O بالای تار عمل کرده نشان میدهد اگر هر سانتی متر 10 گرام قوه را نشان دهد از نقطه O سه وکتور قوه ها به طول $OP = 5cm$ ، $OQ = 7cm$ و $OE = 10cm$ را که بالترتیب قوه های 50 ، 70 و 100 گرام را نشان میدهد رسم و جدا می کنیم چون قوه OE با قوه های OP و OQ در تعادل اند بنا بر آن محصله دو قوهٔ OP و OQ برابر به OE و در جهت مخالف آن است شکل (3-7) برای تعین و نمایش این محصله OR که در امتداد OE و به جهت مخالف آنست مساوی به 10cm خواهد بود حال اگر نقاط P و Q را به نقطه R وصل کنیم شکل OPQR حاصل می شود. و می توان به اثبات رسانید که این شکل متوازی الاضلاع است و وتر متوازی الاضلاع یعنی OR مساوی به OE می باشد پس OR محصله قوای OP و OQ بوده که نقطه تاثیر آن O و مقدار آن مساوی به طول وتر متوازی الاضلاع که بروی OP و OQ ترسیم گردیده می باشد. بناءً می توان محصله هر دو قوهٔ متلاقی را با ترسیم متوازی الاضلاع بطوری که در فوق دیده شد دریافت نمود. این قاعده بنام متوازی الاضلاع مشهور است.



شکل (3 – 7)

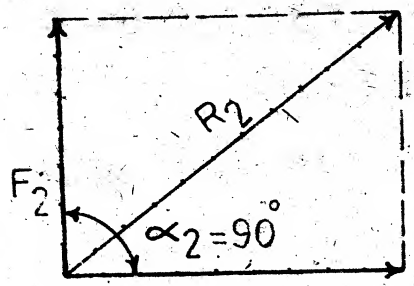
(3-7) قاعده :



(3-8a)

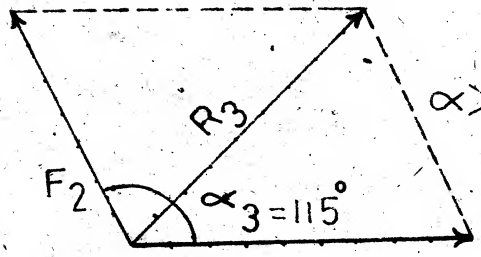
دو قوهٔ متلاقی F_1 و F_2 یک محصله دارد که از نقطهٔ نظر جهت و کمیت توسط وتر متوازی الاضلاع که با وکتور قوه‌های F_1 و F_2 دارای مبدأ مشترک بوده وجهت آن از مبدا به انجام است معین میگردد.

محصلهٔ دو قوه نه تنها به مقادیر آن دو قوه ارتباط دارد، بلکه به زاویهٔ که بین وکتورهای آن دو قوه موجود است نیز مربوط می باشد.



(3-8b)

اشکال (3-8a) (3-8b) و (3-8c) را ملاحظه کنید در هر سه شکل مقدارهای F_1 و F_2 مساوی بوده صرف زاویه بین دو وکتور قوا از هم فرق دارند درحالیکه مقدار محصله R در هریک از اشکال نظر به زاویه ایکه F_1 و F_2 با هم می سازند متفاوت است.



(3-8c)

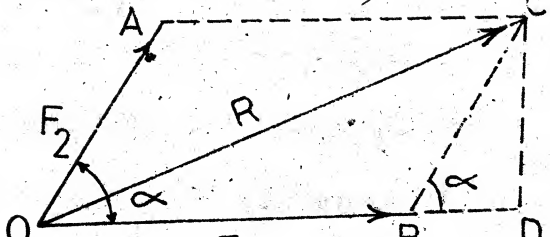
پس هر قدر زاویه بین دو وکتور قوه‌ها کوچک باشد محصلهٔ آن بزرگتر و هر قدر زاویه بین آنها بزرگ باشد محصله شان کوچکتر می باشد.

$$\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3$$

$$R_1 > R_2 > R_3$$

(3-8) محاسبهٔ الجبری محصلهٔ دو قوهٔ متلاقی :

هرگاه دو قوهٔ F_1 و F_2 در یک نقطه یک جسم عمل کند و زاویه بین شان α باشد در این صورت برای دریافت مقدار و جهت محصلهٔ آنها متوازی الاضلاع وکتورهای آن دو قوه را تکمیل نموده و از روی آن محصله را محاسبه می کنیم. شکل (3-9) از مثلث قایم الزاویه $\triangle ODC$ نظر به قضیهٔ فیثاغورث می توانیم بنویسیم



شکل (3-9)

$$\overline{OC}^2 = R^2 = \overline{OD}^2 + \overline{DC}^2 \quad \ldots\ldots \text{I}$$

چون $OB = F_1$ و $OD = OB + BD$

حال مقدار OD را از رابطهٔ اخیر در رابطهٔ (I) میگذاریم پس داریم که

$$R^2 = (F_1 + BD)^2 + DC^2$$

$$R^2 = F_1^2 + 2F_1 \cdot BD + BD^2 + DC^2 \quad \ldots \text{II}$$

از مثلث قایم الزاویه $\triangle BDC$ چنین می توان نوشت

$$F_2^2 = BD^2 + DC^2 \quad \text{از اینکه} \quad BC^2 = BD^2 + DC^2$$

حال به عوض $BD^2 + DC^2$ مقدار مساوی آن F_2^2 را در رابطه II میگذاریم پس داریم که

$$R^2 = F_1^2 + 2F_1 \cdot BD + F_2^2 \quad \ldots\ldots \text{III}$$

از مثلث $\triangle BDC$ مقدار BD را در یافت نموده و در رابطهٔ III وضع میکنیم پس داریم که

$$R^2 = F_1^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos\alpha + F_2^2 \qquad \cos\alpha = \frac{BD}{BC}$$

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cdot \cos\alpha \qquad BD = F_2 \cdot \cos\alpha$$

$$\boxed{R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos\alpha}}$$

مناقشه: با در نظر داشت رابطه $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cdot \cos\alpha}$

۱ـ اگر $\alpha = 90^\circ$ باشد چون $\cos 90^\circ = 0$ است بناءً

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cdot 0}$$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

$$\boxed{R^2 = F_1^2 + F_2^2}$$

۲ـ اگر $\alpha = 180^\circ$ باشد چون $\cos 180^\circ = -1$ است بناءً

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2(-1)}$$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 F_2}$$

$$R = \sqrt{(F_1 - F_2)^2}$$

$$\boxed{R = F_1 - F_2}$$

3 - اگر $\alpha = 0$ باشد چون $\cos 0^\circ = 1$ است بنابر

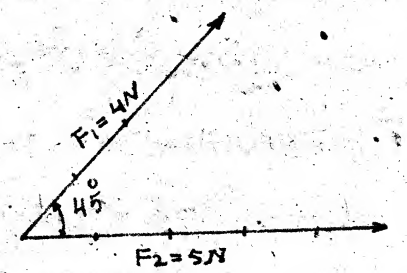
$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cdot (+1)}$$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2}$$

$$R = \sqrt{(F_1 + F_2)^2}$$

$$\boxed{R = F_1 + F_2}$$

مثال : شکل ذیل را در نظر گرفته محصله آنها را با استفاده از فورمول محاسبه نمائید



حل - چون $F_1 = 4n$

$F_2 = 5n$

$\alpha = 45^\circ$

$\cos 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

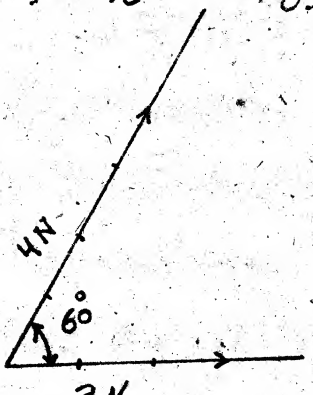
بنابر داریم که :-

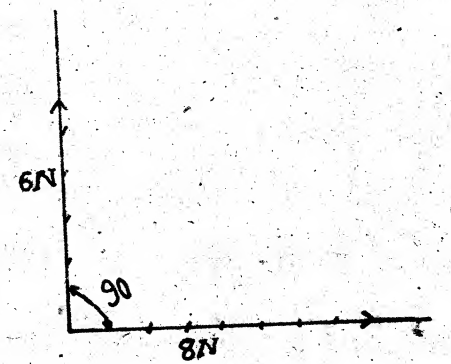
$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos\alpha} = \sqrt{(4)^2 + (5)^2 + 2 \cdot 4 \cdot 5 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}$$

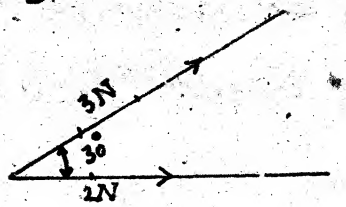
$$R = \sqrt{16 + 25 + 20 \cdot \sqrt{2}} \doteq \sqrt{41 + 20\sqrt{2}} = \sqrt{41 + 20 \cdot 1,414} \quad | \sqrt{2} = 1,414$$

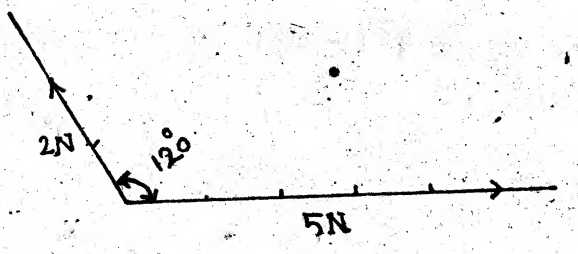
$$R = \sqrt{41 + 28,28} = \sqrt{69,28} = 8,32\,N$$

تمرینات : اشکال ذیل را در نظر گرفته محصله آنها را با استفاده از فورمول و تکمیل متوازی الاضلاع بدست آرید.



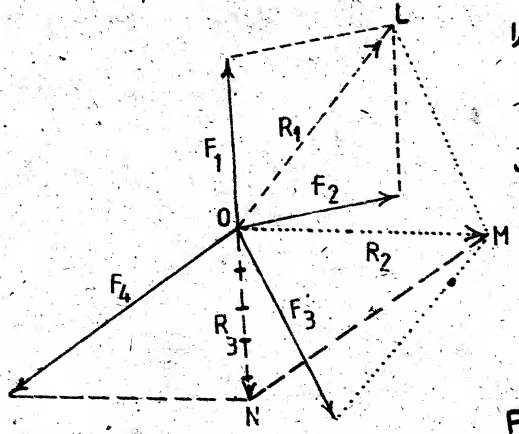






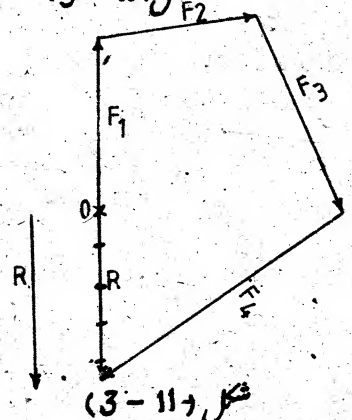
(3-9) محصلهٔ چندین قوای کیفی :

فرضاً چهار قوهٔ F_1 ، F_2 ، F_3 و F_4 بیک نقطه O یک جسم عمل نمایند حال برای اینکه محصلهٔ آن چهار قوه را پیدا کنیم اولاً باید متوازی الاضلاع قوای F_1 و F_2 را ساخته OL یعنی محصلهٔ شان را بیابیم بعداً محصلهٔ متوازی الاضلاع قوای F_3 و OL یعنی OM را ترسیم می کنیم و در اخیر متوازی الاضلاع قوای OM و F_4 را تکمیل و محصلهٔ ON را پیدا میکنیم ON محصلهٔ آن چهار قوهٔ می باشد شکل (3 - 10) اما آسانتر از آن طریقهٔ انتقالات که شکل (3-11) با استفاده از آن رسم شده و بوضاحت دیده می شود که :



شکل (3 - 10)

ترسیم R یعنی محصلهٔ قوای F_1 ، F_2 ، F_3 و F_4 به هر دو قسم یک چیز است .

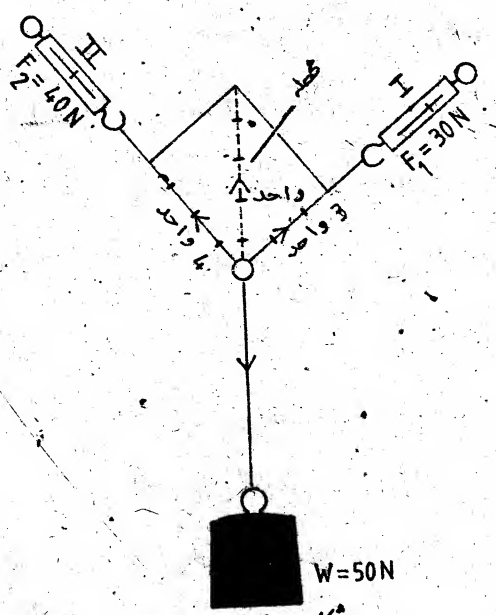


شکل (3 - 11)

(3-10) تجزیهٔ یک قوه به دو مرکبه :

قبلاً دانستیم اگر دو قوه در یک نقطه بالای یک جسم عمل کنند تاثیر آن توسط قوهٔ سوم که بنام محصلهٔ آنها یاد می شود ارائه میگردد . هم چنان می توانیم یک قوه را به دو مرکبه تجزیه کرد که این قوهٔ واحد عبارت از محصلهٔ آن دو قوه می باشد مثلاً وزن W= 50N در شکل (3 - 12) به دو مرکبه F_1 و F_2 که در امتداد های فنری I و II نشان داده شده در تعادل آورده شده است . W=50N محصلهٔ دو قوهٔ F_1=30 N و F_2 = 40 بوده یا به عبارت دیگر F_1 و F_2 اجزای یا مرکبه های قوهٔ R میباشد .

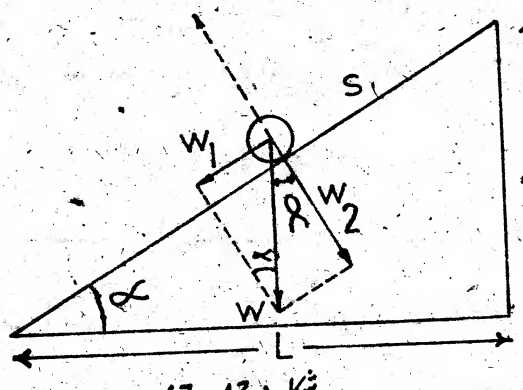
تجربه ۴:



شکل (12 - 3)

بالای گلوله ایکه روی سطح مایل لول میخورد تنها قوهٔ جاذبه (وزن گلوله) عامل است.

این قوه را در شکل (13 - 3) با W نمایش داده ایم که عمود بر سطح زمین است قوه ایکه باعث حرکت جسم بطرف نشیب سطح مایل میگردد قوهٔ است، که موازی به سطح مایل عمل میکند زیرا یک جسم بر جهتی در حرکت می آید که قوه عامل به آن جهت عمل کند بنابرآن قوه W را به دو مرکبه تجزیه می نمائیم یکی آن W_1 که موازی به طرف نشیب سطح مایل بالای گلوله عمل میکند. قوه دیگری عبارت از W_2 بوده که عمود بر سطح مایل است قوهٔ عامل W_2 که بالای سطح مایل فشار تولید کرده و قرار قانون عمل و عکس العمل (که قوهٔ عمل مساوی به عکس العمل است). توسط عکس العمل سطح خنثی میگردد



شکل (13 - 3)

مقادیر قوه های W_1 و W_2 توسط ارتباط مثلثاتی ذیل بدست میآید:

$$W_1 = W \times \sin\alpha \quad \text{یا} \quad \sin\alpha = \frac{W_1}{W}$$

$$W_2 = W \times \cos\alpha \quad \text{یا} \quad \cos\alpha = \frac{W_2}{W}$$

چون $\cos\alpha = \frac{L}{S}$ و $\sin\alpha = \frac{h}{S}$

اند لذا $W_1 = W \cdot \frac{h}{S}$ و $W_2 = W \times \frac{L}{S}$

S طول و h ارتفاع سطح مائل و L مرتسم S بالای سطح افقی است.

(3-11) قوّهٔ اصطکاک (Frictions force)

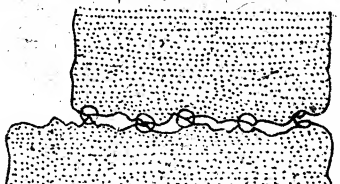
اگر یک گلوله را روی تختهٔ کاملاً افقی به حرکت بیاوریم دیده می‌شود که گلوله بعد از طی یک فاصله از حرکت می‌افتد علت توقف گلوله را چنین تشریح کرده می‌توانیم که خلاف جهت حرکت گلوله قوه ای عمل کرده است. هم چنان اگر در یوریک موتر در حال حرکت دفعتاً ماشین موتر را خاموش کند موتر بعد از طی فاصلهٔ معین بگذشت یک زمان به حالت سکون می‌آید. همچنان اگر بایسکل سواری پایدل های بایسکل را دور ندهد رفته رفته بایسکل می‌ایستد. از تشریحات فوق نتیجه می‌شود که در حال حرکت بالای موتر و بایسکل باید قوه عمل کرده باشد که باعث متوقف شدن موتر و بایسکل می‌گردد این قوه عبارت از قوهٔ اصطکاک است.

قوهٔ اصطکاک همیشه سبب کند شدن حرکت میگردد بناءً قوهٔ است که در خلاف جهت حرکت جسم عمل میکند پس بطور خلاصه قوه اصطکاک را چنین تعریف می‌کنیم.

قوّهٔ اصطکاک عبارت از قوهٔ است که از حرکت نسبی اجسامیکه باهم در تماس اند جلوگیری میکند.

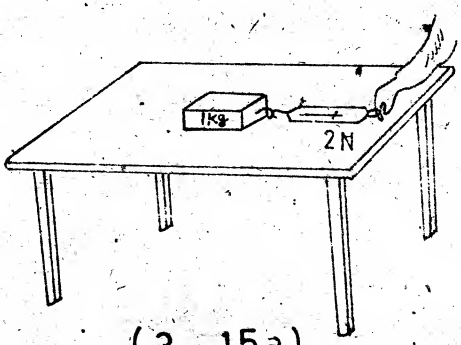
(3-12) اصطکاک بین اجسام جامد:

اصطکاک بین جامدات که باهم در تماس اند به علتی بوجود میآید که سطوح تماس شان هموار و مسطح نیست. پس یکی از عوامل اصطکاک ناهمواری سطوح میباشد که باهم در تماس اند حتیٰ اجسام که هموار به نظر میرسد اگر تحت میکروسکوب مشاهده شود سطوح آن کاملاً ناهموار به نظر میرسد. وقتی که یک جسم به روی جسم دیگری لغزد یا لول می‌خورد ناهمواری ها به یکدیگر تماس کرده قوّهٔ ایرا بوجود میآورد که مانع حرکت می‌شود. همچنان اگر سطوح تماس خوب صیقلی باشند طوری که مالیکول های زیادی با همدیگر تماس داشته باشد نزدیک شدن مالیکول ها سطوح قوه جاذبه را افزایش میدهد.

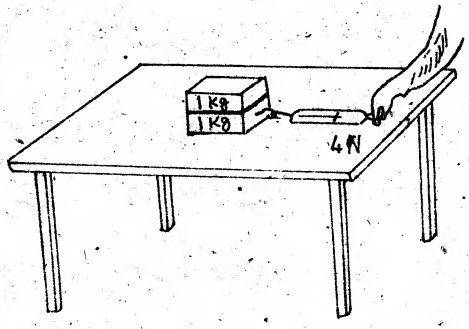


شکل (3-14)
ناهمواری بسیار خورد در سطح تماس دو جسم عامل قوهٔ اصطکاک است.

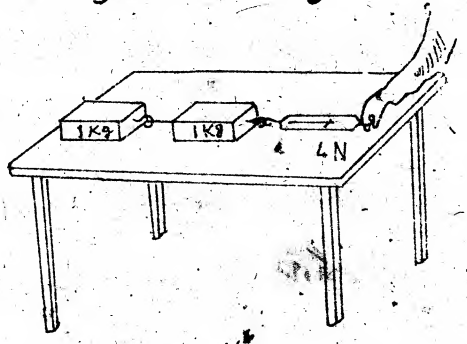
وقوهٔ لازم است تا مالیکول ها را در نقطهٔ تماس از یکدیگر جدا کند. در اینصورت مجموعه این قوه های جاذبه بین مالیکول ها سبب پیدایش قوه اصطکاک میگردد. مثلاً دو قطعه شیشه که روی همدیگر قرار دارد به سختی می توان روی هم حرکت داد و یا از هم جدا کرد. بناءً **علت دیگر اصطکاک قوه جاذبه بین مالیکول های اجسام است که با هم در تماس اند** مانند شکل (3-14 a). قوهٔ اصطکاک قبل از به حرکت آوردن یک جسم بیشتر از قوهٔ اصطکاک یک جسم لغزنده است. مثلاً وقتیکه یک موتر در حالت سکون است در ابتدا به حرکت دادن آن قوهٔ زیادتر ضرورت است نسبت به وقتی که در حرکت بیاید. یک عامل مهم و بسیار مؤثر در ازدیاد قوهٔ اصطکاک، قوه است که به طور عمود بر سطح تماس دو جسم وارد می شود که این قوه عبارت از وزن جسم است. وزن جسم هر قدر زیاد باشد فشار بالای سطح تماس بیشتر است که در نتیجه نقاط زیادتری با هم تماس می یابند و در نتیجهٔ اصطکاک زیادی شود. مثلاً به یک موتر بار دار نسبت به یک موتر خالی به مشکل میتوان حرکت داد. همچنان میتوان یک صندوق 25 Kgr را به آسانی نسبت به یک صندوق 100 Kgr به روی سطح افقی حرکت داد. شکل (3-15a) (3-15b) (3-15c)



(3-15a)



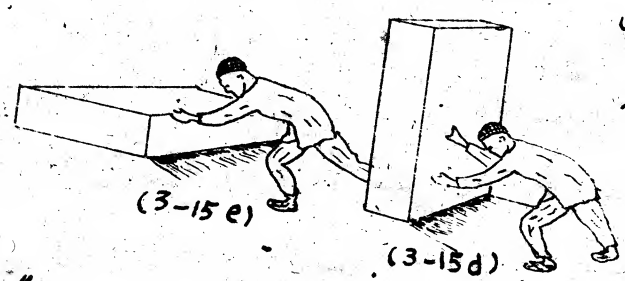
شکل (3-15c)



شکل (3-15b)

چون قوهٔ اصطکاک ارتباط به تعداد نقاط تماس دارد ممکن فکر شود که کنده چوب مکعب

مستطیل را به سطح کوچک آن به آسانی روی سطح افقی کش کرد اما این تصور درست نیست. زیرا وقتی که مکعب مستطیل روی سطح کوچک آن بالای زمین گذاشته شود. قوهٔ که بالای واحد سطح تماس وارد می شود زیاد میگردد. نسبت به حالتی که به روی سطح بزرگ گذاشته شود. زیرا قوهٔ فشار دهنده بالای سطح افزایش می یابد وتعداد نقاط تماس در واحد سطح زیاد میگردد مانند شکل (3-15 d)(3-15 e) به طوریکه تعداد نقاط تماس هر سطح کنده مکعب مستطیل که روی زمین قرار گیرد برابر است.


(3-15 e)

(3-15 d)

بناءً قوهٔ اصطکاک متناسب با قوهٔ عمودی است وارتباط به چگونگی پخش قوهٔ به روی سطح تماس ندارد. به عبارت دیگر $F_f = \mu \cdot F_N$.

در رابطه فوق F_f قوهٔ اصطکاک F_N قوهٔ عمودی $m \times g$ (وزن جسم) و μ (حرف یونانی میو) مقدار ثابتی است که ارتباط به سطوح تماس و نوعیت اجسام دارد و بنام ضریب اصطکاک یاد می گردد.

(3-13) اصطکاک در حیات روزمره :

اصطکاک درحیات روزمره و تخنیک اهمیت زیادی دارد. اصطکاک هم مفید است وهم غیر مفید اگر اصطکاک مفید باشد کوشش میکند آنرا زیاد و اگر غیر مفید باشد کوشش می شود آنرا کم کند. مثلاً اگر روی زمین اصطکاک موجود نمی بود راه رفتن به روی زمین مشکل می بود و راه رفتن عادی مانند راه رفتن بابوت های میخ دار بالای کندهٔ یخ می بود. هکذا اگر اصطکاک بین تایر موتر وسطح سرک موجود نباشد اگر موتر در حرکت باشد حرکت خود را دوام خواهد داد و اگر ساکن باشد بدون عمل قوهٔ خارجی حالت سکون خود را حفظ خواهد کرد؟

هم چنان درفصل زمستان مناطق سرد سیر افغانستان که سرک ها را یخ می بندد به تایرهای موتر

نام پیشاوند	اجزاء	سمبول
میکرو	10^{-6}	μ
ملی	10^{-3}	m
سانتی	10^{-2}	c
دیسی	10^{-1}	d

نام پیشاوند	اضعاف	سمبول
دیکا	10^{1}	da
هکتو	10^{2}	h
کیلو	10^{3}	k
میگا	10^{6}	M

مثلاً میکروثانیه (یک میلیونم ثانیه)، وهکتولیتر (صد لیتر)، می باشد ودرملی لیتر، ملی گرام قسمت اول (ملی)، پیشوند می باشد .

(4-1) واحدات اصلی وفرعی :

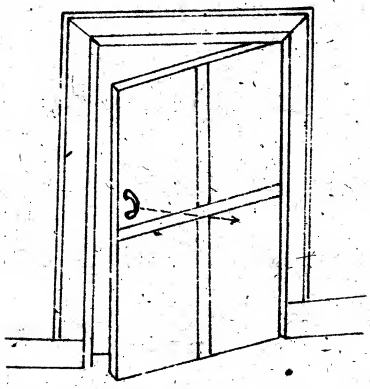
سیستم واحدات (SI)، به دو دسته **اصلی وفرعی** تقسیم شده است. **واحدات طول، کتله، ووقت واحدات اصلی واساسی نامیده میشوند** . زیرا هریک از آنها بطور مستقل انتخاب شده است وبستگی به واحد های دیگری ندارد. اما واحدات فرعی مستقل نبوده بلکه ارتباط وبستگی به واحدات اساسی دارند. لذا آن را بنام واحدات فرعی (اشتقاقی)، می نامند. واحدات

زنجیرهای مخصوص را می پیچانند تا قوهٔ اصطکاک را زیاد نماید و از خطر جلوگیری بعمل آید .

اما اصطکاک در اکثر موارد غیر ضروری است باید از آن جلوگیری شود . مثل قسمت های حرکت کننده در تمام ماشین ها بسبب اصطکاک گرم و سائیده می شوند برای کم کردن اصطکاک سطح های را کاملاً در تماس یکدیگر اند با مالیدن روغن لشم می کنند همچنان برای کم کردن اصطکاک در دستگاه های چرخنده از بولبرنگ ها استفاده می شود .

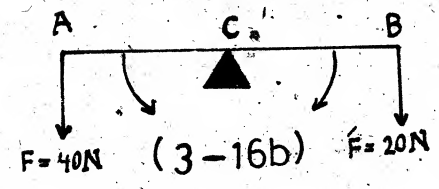
(3-14) مومنت قوه :

اگر دستگیر دروازه را کش کنیم در اثر استعمال قوه دروازه به دور لنگک وچپرس خودی چرخد



شکل (3-16a)

شکل (3-16a) . همچنان یک میلهٔ محکم AB مطابق شکل (3-16b) که به دور محور (نقطهٔ اتکا) C بچرخد . اگر به انجام A آن قوهٔ F = 40 N و به انجام B قوه F́=20N هردو بطور عمودی از بالا به پائین به میله وارد شود قوه F́ می خواهد میله را به دور نقطهٔ اتکا (C) در جهت حرکت عقربه ساعت بچرخاند و قوه F می خواهد آنرا خلاف عقربه ساعت بچرخاند . قوه عامل (مؤثر) در چرخش میله به دور نقطهٔ اتکا C تنها خود قوهٔ وارده F و F́ موثر نیست بلکه فاصلهٔ قوهٔ وارده از نقطهٔ اتکا نیز مؤثر است شکل (3-16b)



(3-16b)

پس عامل مؤثر در چرخش یک جسم به دور یک محور (اتکا) بنام مومنت قوه یاد می شود . و برابر به حاصل ضرب قوه در فاصلهٔ آن از محور دوران میباشد . که این فاصله را بازوی قوه نیز میگویند لذا مومنت قوه مربوط به دو عامل است یکی به مقدار قوه و دیگر فاصلهٔ نقطهٔ تاثیر قوه از نقطهٔ اتکا یعنی $M = F \times L$

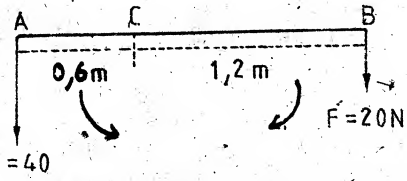
(3-15) واحد مومنت :

اگر قوه را به N و فاصله را به متر اندازه کنیم در آن صورت واحد مومنت عبارت است از $M = F \times L = N \times m$ اگر قوه به دین و فاصله به سانتی متر اندازه کنیم واحد مومنت قوه عبارت است از $dyne \times cm$ و اگر قوه را به gr_f و فاصله را به سانتی متر نشان دهیم واحد مومنت قوه عبارت است از $gr_f \cdot cm$ است .

مثال : اگر قوه به اندازهٔ $250\ gr_f$ بالای یک جسم اثر کند و به آن حرکت دورانی بدهد که طول فاصله عمودی آن از محور دوران $60\ cm$ باشد پس مومنت قوه مساوی میشود به :

$$M = 250\ gr_f \ 60\ cm = 15000\ gr_f\ cm$$

مثال : قوه $\vec{F}_1$ برابر $20\ N$ است که به انجام بازو BC در جهت حرکت عقربه ساعت اثر می کند اگر طول این بازو $1,2$ متر باشد . مومنت قوه آن برابر به $20\ N \times 1,2\ m = 24\ N \times m$ است .



قوه F مساوی $40\ N$ که به انجام AC در جهت مخالف حرکت عقربه ساعت اثر میکند اگر طول این بازو $0,6\ m$ باشد مومنت قوه نسبت به محور چرخش برابر است به $40N \times 0,6\ m = 24N \times m$

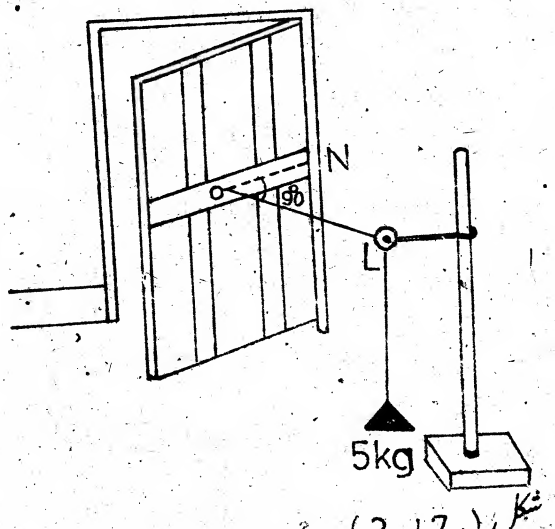
مثال : قوه F برابر به $12\ N$ به انجام بازوی که طول آن $0,5\ m$ است عمل میکند مومنت قوه را در یافت کنید .

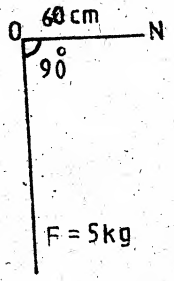
حل : چون $F = 12\ N$ و $L = 0,5\ m$ است بناءً داریم که $M = F \cdot L = 12N \times 0,5\ m = 6N \times m$

تجربه اول :

اگر به یک دروازه نسبتاً سنگین یک چنگک را نصب کنیم و در آن یک ریسمان را بسته و آن ریسمان را از دور یک گوتک (پولی) طوری میگذرانیم که در شکل (3 – 17) دیده می شود و در انجام دیگر ریسمان یک کفهٔ ترازو را وصل میکنیم موقعیت گوتک را طوری انتخاب میکنیم که به دروازه عمود باشد یعنی $L\hat{O}N = 90^\circ$ است

حال دو کفه تا وقتی وزنه ها میگذاریم که دروازه شروع به حرکت کند گو یا که وزن سبب تولید یک مومنت شده است وزن را از کفه می برداریم ومقدارش را با فاصله O N یادداشت میکنیم و دروازه را به حال اول پس میآوریم . چنگک را از جایش بیرون نموده و به نقطهٔ دیگری که نزدیک به لنگ و یا چپراس است نصب می کنیم عمل را همان طوریکه ریسمه قایم به دروازه باشد تکرار می کنیم در اینجا دیده می شود که برای حرکت دادن دروازه در کفه وزن بیشتر از دفعه اول میگذاریم یعنی برای تولید مومنت قوه بیشتر لازم است





M = 5000 × 60

M = 5000 . 60 grcm

شکل (3-17)

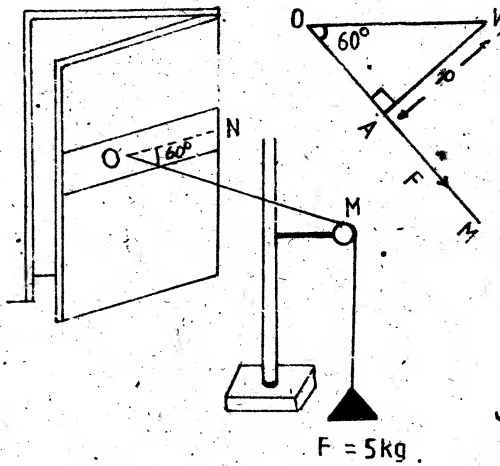
عمل خودرا بار سوم با همان شرایط تکرار نموده ونقطه O را خیلی قریب به لنگ یا چپراس دروازه اختیار می کنیم در اینجا برای تولید مومنت قوهٔ بیشتر از تجربه دوم ضروری است . اما در صورت اول قوهٔ وارده را ضرب فاصله چنگک از محور دوران و باز وزن دوم را یعنی قوهٔ وارده را در دفعه دوم و همچنان اگر قوهٔ وارده را در دفعهٔ سوم با فاصله سوم جدا ، جدا ضرب کنیم دیده می شود که حاصل ضرب ها باهم مساوی می باشند از اینجا نتیجه گرفته می شود که **مومنت مساوی است به حاصل ضرب قوه در فاصله بین نقطه تأثیر قوه ونقطهٔ اتکا .**

$$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2 = F_3 \times d_3$$

تجربه دوم :

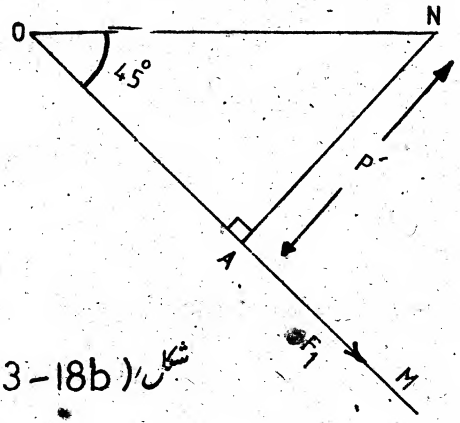
تجربهٔ فوق را تکرار می نمائیم اما در این تجربه فاصله بین کنار دروازه و چنگک را ثابت

نگاه میکنیم تنها زاویهٔ بین ریسمان و دروازه را تغییر میدهیم .



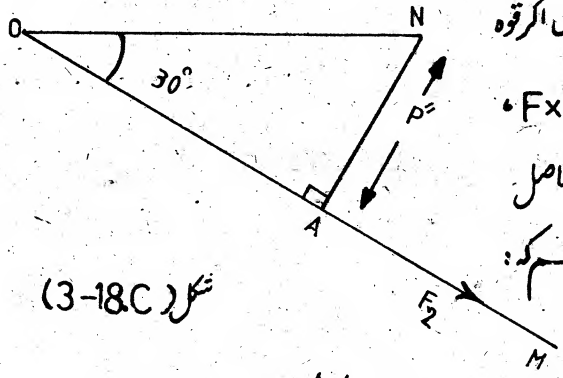
شکل (3-18a)

اولاً زاویهٔ $\hat{MON}$ بین ریسمان و دروازه را 60° انتخاب می کنیم قرار شکل ($3-18_a$) وزنیکه سبب تولید مومنت میگردد یادداشت می نمائیم و دیاگرام تجربه را ترسیم می کنیم از N عمود NA را بر OM رسم می کنیم بار دوم زاویه را 45° انتخاب می نمائیم مقدار وزن سبب تولید مومنت را نیز یادداشت نموده دیاگرام آنرا بروی کاغذ رسم میکنیم . شکل ($3-18_b$) درسومین دفعه زاویه بین دروازه و ریسمان را 30° انتخاب می کنیم وزنی را که سبب تولید مومنت می شود یادداشت نموده و دیاگرام تجربه را تکمیل می نمائیم شکل ($3-18_c$)



شکل (3-18b)

حال برای دریافت مومنت اگر هریک از فاصله ها را با قوهٔ وارده آن ضرب کنیم حاصل ضرب از هم مختلف می شود . گویا که قیمت مومنت را نمیدهد ولی اگر قوه های وارده را به طول عمود های هرکدام یعنی $F \times P$ ، $F_1 \times P_1$ و $F_2 \times P_2$ کنیم در اینصورت حاصل ضرب ها با هم مساوی بوده بناءً گفته می توانیم که : مومنت یک قوه مساوی به مقدار قوه



شکل (3-18C)

وارده ضرب در فاصلهٔ عمودی آن از محور دوران یا محور اتکا است .

اگر مومنت قوه را به M وقوهٔ عامل را به F وفاصله عمودی قوه را از محور دوران P بگوئیم در آن صورت

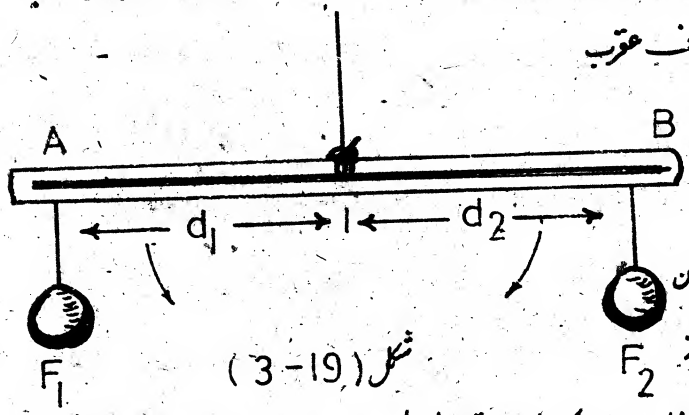
$$M = F \times P$$

(3—16) جهت دوران :

هر حرکت دورانی که مطابق حرکت عقرب ساعت باشد منفی (—) و خلاف آن مثبت می باشد پس قوهٔ که سبب دوران جسم مطابق عقرب ساعت می شود مومنت آن (—) و خلاف آن دارای مومنت (+) می باشد.

(3—17) قانون مومنت :

اگر یک میله فلزی (آهنی) را که قطر آن در هر نقطه عین چیز باشد از وسط بیاویزیم دیده می شود که میلهٔ فلزی افقی می ایستد حال اگر در نقطهٔ A میله یک قوه توسط گذاشتن یک وزن F_1 عمود بر آن وارد گردد ، یک مومنت به جهت خلاف عقرب ساعت بالای میله اثر کرده و آن را بدوران میآورد . ولی میتوان باوارد کردن یک قوهٔ دیگر یعنی گذاشتن وزن دیگری به یکی از نقاط طرف راست میله از دور خوردن میله جلوگیری نموده و آنرا به حال سکون یعنی تعادل بیاوریم . وزن دوم (F_2) را بالای میله حرکت داده میرویم بالآخره به نقطه ای میرسیم که میله شکل افقی را بخود گرفته و در حال تعادل میآید این نقطه را اگر B نام بگذاریم دیده می شود که $F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$ گردیده و $M_1 = M_2$ میشود.



مانند شکل (3-19)

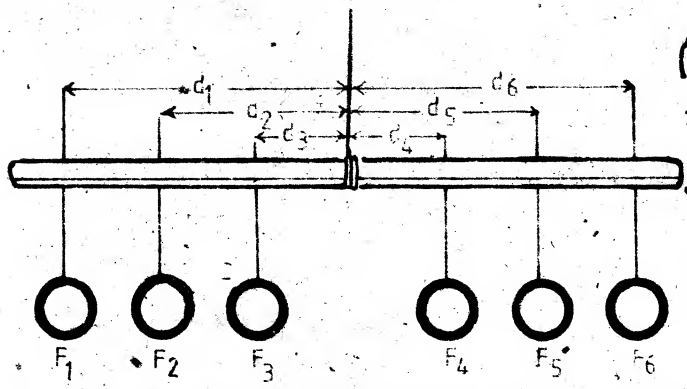
شکل (3-19)

حال اگر چند وزن مختلف را به نقاط طرف راست محور دوران و چند وزن مختلف را به نقاط مختلف طرف چپ

محور دوران بگذاریم و میله در حال تعادل آید شکل (20 - 3) در آن صورت

$$F_1 \times d_1 + F_2 \times d_2 + F_3 \times d_3 = F_4 \times d_4 + F_5 \times d_5 + F_6 \times d_6$$

می شود بناءً به این نتیجه میرسیم که اگر میله در حال تعادل قرار گیرد مجموعهٔ تمام مومنت های هم جهت عقرب ساعت مساوی به مجموع تمام مومنت های خلاف جهت عقرب ساعت می باشد یعنی جمع الجبری مومنت ها وقتی که جسم در حال تعادل باشد مساوی به صفر است $\Sigma M = 0$

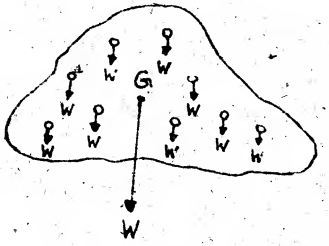


شکل (20 - 3)

مسایل: سوالات شمارهٔ 1، 5، 7 و 9 گروپ پنجم را حل کنید.

(18 - 3) مرکز ثقل:

قبلاً مطالعه نمودیم که هر جسم به اثر قوهٔ جاذبه زمین به طرف زمین کش میشود که این قوه وزن جسم را تشکیل میدهد اکنون میخواهیم تاثیر قوهٔ جاذبه زمین را بریک جسم مطالعه کنیم هر جسم مانند پارچهٔ سنگ از ذرات کوچک یکسان تشکیل شده که هر ذرهٔ آن به اثر قوهٔ جاذبه زمین به طرف زمین کش میشود. که محصلهٔ تمام این قوه ها که در بین خود موازی اند در یک نقطه جمع میشوند. که

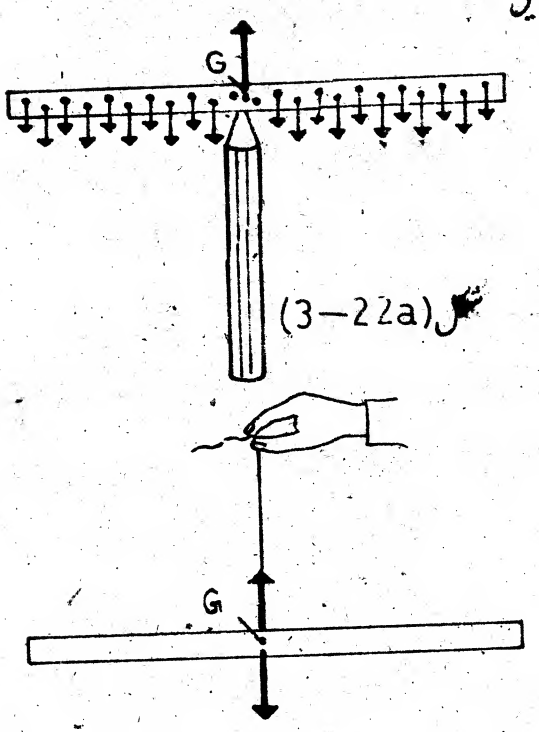


شکل (21 - 3)

همین نقطه را بنام مرکز ثقل جسم (G) یاد می نمایند. بناءً مرکز ثقل یک جسم عبارت از نقطهٔ تاثیر قوه جاذبهٔ زمین است که بر جسم وارد می شود. شکل (21-3).

تجربه: اگر یک خط کش چوبی را بگیرید و آن را بالای نوک قلم و یا انگشت خود حرکت داده بروید بالآخره بجای میرسید که خط کش بالای نوک قلم و یا انگشت تان در تعادل آمده و بصورت

انقی بالای قلم قرار می گیرد (شکل 3-22a) در این حال میدانیم قوه ای که بالای خط کش عمل میکند یکی قوهٔ کشش زمین است که جهتش عمود برسطح زمین می باشد و دیگر قوهٔ مقاومت یا عکس العمل نوک قلم است که جهت اش خلاف جهت کشش زمین است و مقدارش مساوی به وزن خط کش می باشد چون هر دو قوه به استقامت یک خط مستقیم اثر می نماید بناءً اثر وزن خط کش را خنثی نموده و خط کش حالت تعادل را به خود می گیرد مانند شکل (3-22b)



شکل (3-22a)

شکل (3-22b)

از طرف دیگر میدانیم که خط کش از ذرات کوچک تشکیل شده که هر ذرهٔ آن دارای وزن می باشد یعنی قوهٔ جاذبهٔ زمین بالای هر ذرهٔ خط کش عمل می نماید قوای وارد بر ذرات خط کش موازی و هم جهت اند پس محصلهٔ این قوه ها موازی قوهٔ دیگری می باشد که مقدار آن مساوی به مجموع مقادیر قوای جداگانه و جهت آن جهت قوهٔ کشش را دارا می باشد. یا به عبارت دیگر محصلهٔ این قوه ها وزن خط کش می باشد پس واقعاً محصلهٔ این قوا یعنی وزن خط کش توسط نوک قلم در تعادل می آید، پس تصور می گردد که تمام وزن خط کش در یک نقطه تراکم کرده و آن نقطه، نقطهٔ تأثیر محصلهٔ یا قوهٔ کشش زمین می باشد که اگر قوه مخالف جهت کشش زمین به مقدار مساوی آن عمل کند آن نقطه در تعادل می آید. این نقطه را مرکز ثقل خط کش میگویند پس بصورت عمومی مرکز ثقل را چنین تعریف می کنیم.

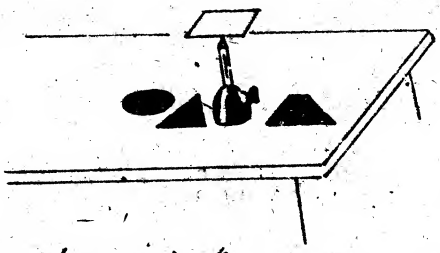
مرکز ثقل یک جسم عبارت از آن نقطه می باشد که تصور می شود تمام وزن جسم

در آن نقطه جمع و متراکم گردیده باشد. یا مرکز ثقل یک جسم عبارت از نقطه تأثیر محصله اوزان تمام ذرات جسم می باشد.

(3—19) دریافت مرکز ثقل :

الف) دریافت مرکز ثقل اجسام غیر هندسی :

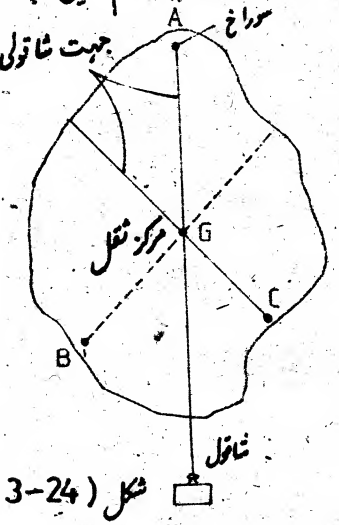
۱- دریافت مرکز ثقل اجسام غیر ورقه ای نامنظم مانند یک پارچه سنگ و امثال آن مشکل است اما اجسام ورقه ای مانند یک تخته چوب، یک ورق قطعه، یک صفحه فلزی را می توان بدو قسم پیدا کرد اول قسم که گفته شد جسم را بالای نوک قلم و یا کدام جسم باریک دیگر میگذاریم و نقاط مختلف جسم را بالای آن میگذاریم تا به نقطه ای برسیم که ورقه در تعادل آید. در آن صورت مرکز ثقل بالای نوک قلم می باشد مانند شکل (3-23).



شکل (3—23)

۲- دریافت مرکز ثقل جسم توسط آویختن با استفاده از شاقول :

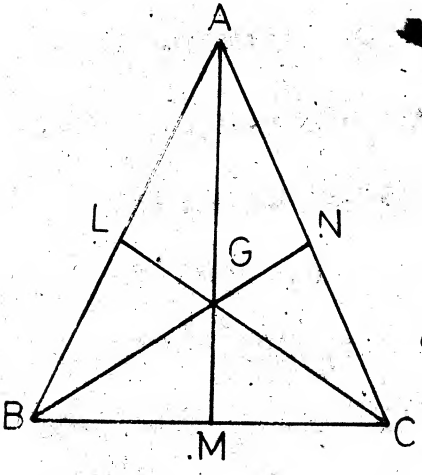
توسط شاقول نیز می توان مرکز ثقل اجسام را تعیین و دریافت نمود. شاقول جسم سنگین کوچک است که در انجام یک تار او یخته شده حال میخواهیم مرکز ثقل یک ورقه مقوا را که شکل نامنظم دارد تعیین کنیم اولاً در کنار مقوا سه سوراخ اختیاری ایجاد می کنیم و مقوا را بالنوبه از هر سوراخ به میخ آویزان میکنیم طوریکه ورقه آزادانه نوسان کرده بتواند قرار شکل (3 - 24) وقتی که صفحه مقوا به حالت تعادل قرار گرفت مرکز ثقل آن در زیر نقطه آویزان شده و به استقامت قایم که از آن نقطه میگذرد قرار خواهد گرفت



شکل (3-24)

این جهت قایم را توسط شاقول می توانیم تعیین کرد .

برای رسیدن به این هدف شاقول را به میخ آویزان وجهت آن را روی صفحهٔ مقوا با یک قلم نشانی میکنیم . سپس مقوا را به ترتیب از سوراخ دیگر آویزان کرده وجهت شاقول را مانند مرحله اول روی مقوا نشانی می کنیم تمام خطوط که به روی صفحهٔ مقوا در جهت شاقول رسم می شوند از یک نقطه می گذرد این نقطه مرکز ثقل مقوا است .



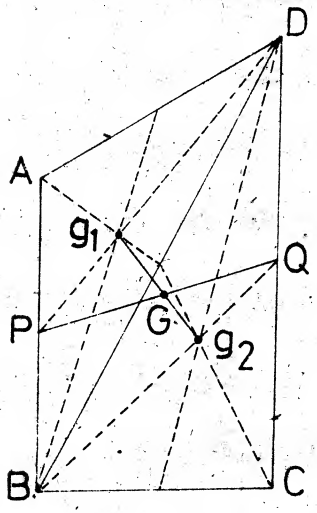
شکل (3 — 25)

(3—20) مرکز ثقل اشکال هندسی :

مرکز ثقل جسم مثلثی : مرکز ثقل یک جسم مثلثی نقطهٔ تقاطع سه میانه می باشد . سه میانه یک مثلث در یک نقطه یکدیگر را قطع می کنند که در شکل (3—20) به حرف (G) نشان داده شده در مثلث $\triangle ABC$ خطوط AM ، BN و CL میانه های آن بوده و یک دیگر را در نقطه G قطع کرده اند که این میانه های مثلث به نسبت $\frac{2}{3}$ حصه از راس و $\frac{1}{3}$ حصه از قاعدهٔ مثلث یکدیگر را قطع می کنند ثبوت مسئله مربوط به هندسه می باشد .

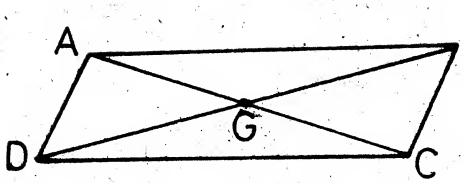
(3—21) مرکز ثقل دو نقطه :

یک دو نقطهٔ (AB) را در نظر می گیریم نقاط تضعیف اضلاع AB و CD را P و Q می نامیم که مرکز ثقل دو نقطه بالای خط PQ قرار دارد . اگر نقاط B و D را باهم وصل کنیم دو نقطه به دو مثلث $\triangle ABD$ و $\triangle DBC$ تقسیم می گردد . قرار معلومات گذشته میدانیم که مرکز ثقل این مثلث ها در $\frac{1}{3}$ حصه طول میانه آنها از قاعده شان قرار دارد .

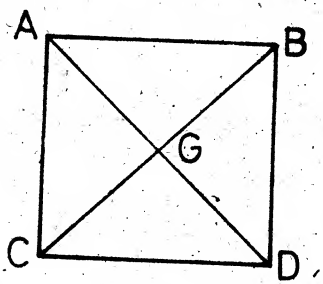


شکل (3-26a) .

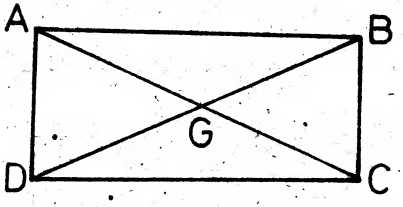
یعنی نقاط g_1 و g_2 عبارت از مراکز ثقل مثلث ها بوده و مستقیم g_1g_2 مستقیم PQ را در نقطه G قطع میکند بناءً G مرکز ثقل ذو ذنقه می باشد مانند شکل (3-26a)



(3-26b)



(3-26C)



(3-26d)

• مرکز ثقل متوازی الاضلاع ، مربع ، مستطیل عبارت از نقطه تقاطع قطر های آن بوده و مرکز ثقل دایره عبارت از مرکز دایره می باشد مانند اشکال (3-26b) (3-26c) و (3-26d) .

(3-22) تعادل :

هر جسمی که ساکن و بی حرکت بماند آن جسم در حال تعادل می باشد یا به عبارهٔ دیگر هرگاه محصله قوای وارده بر یک جسم مساوی به صفر و یا مجموع الجبری مومنت های شان مساوی به صفر باشد میگوییم که جسم در حالت تعادل است .

تعادل اجسام حالات مختلف دارد مثلاً یک قلم پنسل یا میخ را با دقت کامل میتوان روی انگشت و یا میز بطور استاده در حالت تعادل نگهداشت در صورتیکه یک قطی گوگرد و خشت را می توان به آسانی روی میز به حالت تعادل قرارداد . چون این هر دو جسم در تعادل اند و اما قلم پنسل و میخ به اثر کمترین تغیر حالت از حالت تعادل می برآیند . در حالیکه قطی گوگرد و خشت به حالت تعادل باقی می ماند .

(3-23) اقسام تعادل :

تعادل اجسام به سه قسم است پایدار ، ناپایدار و بی تفاوت .

الف) تعادل پایدار - وقتی یک جسم بحالت تعادل پایدار است که اگر از وضع تعادل

اشتقاقی از عملیه ساده ضرب و تقسیم واحدات اساسی بدست میآیند، سمبول واحدات اشتقاقی ترکیب از دو و یا زیاده از دو سمبول واحدات اساسی می باشد .

مثلاً $\text{کثافت} = \frac{\text{کتله}}{\text{حجم}} = \frac{Kg}{m^3}$

$\text{سرعت} = \frac{\text{فاصله}}{\text{وقت}} = \frac{m}{sec}$

معمولاً یک کمیت فزیکی توسط یک عدد و واحد قیاسی نشان داده می شود بطور مثال طول $l=5m$ که 5 عدد و m واحد قیاسی می باشد .

(1-5) سیستم متریک :

در اکثر ممالک جهان بنسبت سهولت در محاسبه سیستم متریک مورد استفادهٔ علما و ساینس دانان قرار گرفته و برای اندازه گیری در محاسبات و عملیات لابراتواری انتخاب شده است سیستم متریک به دو گروپ C-g-S و M-K-S تقسیم شده .

۱ - سیستم (C-g-S) که فاصله به cm سانتی متر، کتله به گرام (gr) ، ووقت به ثانیه (sec) اندازه میگردد .

۲ - سیستم (M-K-S) که فاصله به متر (m) ، کتله به کیلوگرام (kg) ، ووقت به ثانیه (sec) اندازه میگردد

یاد آور باید شد که در فزیک علاوه از سیستم متریک سیستم انگلیسی (F.P.S) نیز موجود است که (F) از Foot ، (P) از Pound و (S) از Second گرفته شده است .

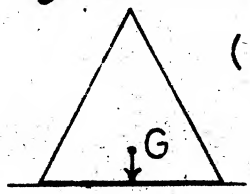
(1-6) متر :

واحد اندازه گیری طول متر است . در سال 1791 میلادی علماً ساینس فرانسه تصمیم گرفتند تا یک عامل طبیعی را معیار واحد طول انتخاب کنند . لذا فاصله بین خط استوا و قطب زمین

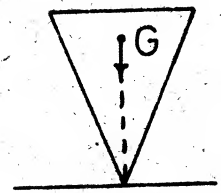
اش بیجا شود و دوباره به حالت اولی خود برگردد این تعادل موقعی ایجاد می شود که مرکز ثقل نزدیک به سطح اتکا باشد تعادل جسم پایدار تراست مانند شکل (3-27a)

ب) تعادل ناپایدار:

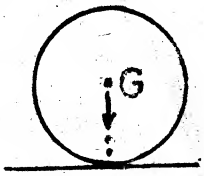
اگر جسمی با کمی حرکتی از حال تعادل بیجا و دوباره به وضع اول خود برگردد تعادل آن را ناپایدار میگویند مانند شکل (3-27b) این تعادل وقتی واقع می شود که سطح اتکا جسم کوچکتر و مرکز ثقل از سطح اتکا دورتر شده برود. زیرا وزن مجزوط (W) نسبت به رأس آن مومنت پیدا میکند و کوچکتر این تکان آزادی خلطاند.



شکل (3-27a)
تعادل پایدار



شکل (3-27b)
تعادل ناپایدار

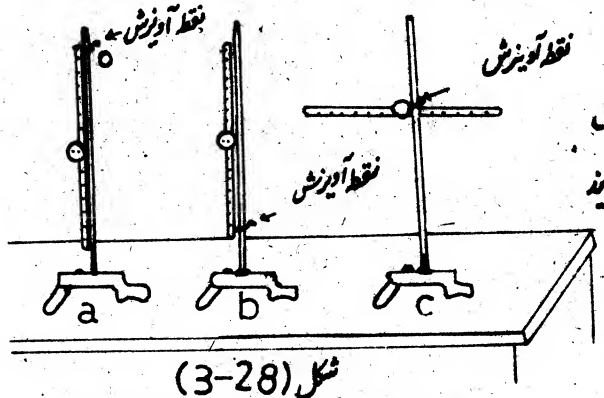


شکل (3-27c)
تعادل بی تفاوت

ج- تعادل بی تفاوت:

اگر جسمی در هر وضع به حال تعادل باشد میگوئیم که جسم مذکور دارای تعادل بی تفاوت است مانند شکل (3-27c) در تعادل بی تفاوت مرکز ثقل از نقطه اتکا همیشه فاصله یکسان را دارد.

تعادل اجسام آویخته: خاکش را مطابق (3-28) از نقطه (O) آویزان کرده و آن را از وضع تعادلش میکشیم.



شکل (3-28)

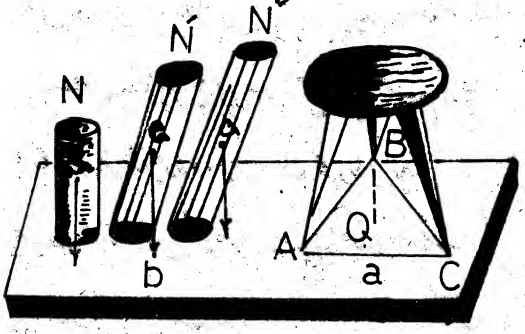
خاکش پس از چند نوسان به حالت اولی خود برمیگردد این نوع تعادل را پایدار گویند و شرط تعادل پایدار آن است که نقطه آویزش آن بالاتر از مرکز ثقل باشد.

حالا خاکش را مطابق شکل (3-28) طوری آویزان می کنیم که مرکز ثقل بالاتر از نقطه آویزش باشد. در اثر کوچکترین حرکت خاکش از وضع تعادل خارج می شود و دیگر به حالت اولی برنمی گردد. این

تعادل را ناپایدار گوییم بالآخره خط کش را از نقطهٔ G مرکز ثقل می آویزیم ملاحظه می شود که همیشه در حال تعادل باقی می ماند این تعادل را بی تفاوت گوییم مانند شکل (3-28c) .

(3-24) تعادل اجسام متکی بر یک سطح :

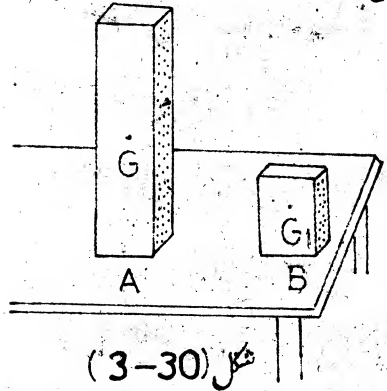
میز مدوری را مطابق شکل (3-29a) در نظر میگیریم خطی که نقاط اتکا را با هم وصل میکند یک چند ضلعی را بوجود میآورد که این چند ضلعی بنام چند ضلعی اتکا یاد می شود . حالا اگر میز را قدری کج کرده سپس رها سازیم بحالت اولیهٔ خود برمی گردد اما اگر آنرا خیلی کج کنیم خواهد افتاد تجربه نشان میدهد که تا موقعی تعادل پایدار است که خط



شکل (3-29)

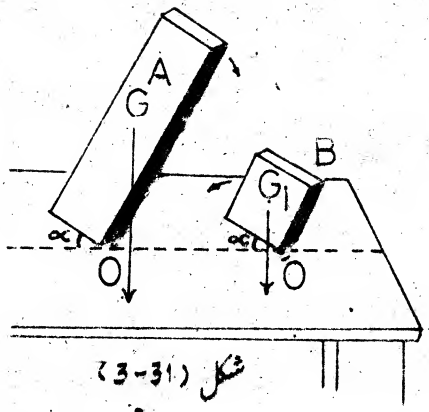
قایم مرکز ثقل G از داخل کثیر الاضلاع اتکا بگذرد در شکل (3-29b) جسم در دو حالت N و N' دارای تعادل پایدار است . ولی در حالت N'' جسم تعادل خود را از دست میدهد . واضح است که هر چه سطح کثیری الاضلاع اتکا بزرگتر و مرکز ثقل به سطح اتکا نزدیکتر باشد تعادل جسم پایدارتر است .

(3-25) تعادل اجسام :



شکل (3-30)

دو عدد مکعب مستطیل چوبی را که دارای قاعده‌های مساوی بوده ولی ارتفاع یکی کمتر و از دیگری زیادتر باشد بالای میز قرار دهید شکل (3-30) فرضاً مرکز ثقل مکعب مستطیل A نقطهٔ G و از B نقطهٔ G_1 باشد قوهٔ کشش زمین بالای G و G_1 عمل نموده و این قوه توسط میز خنثی شده و مکعب مستطیل را در حال سکون در می آورد یا به عبارت دیگر مجموعه قوای که بالای G و G_1 عمل می نمایند صفر است حال اگر هر دو مکعب مستطیل را به زاویه مانند شکل (3-31) کج کنیم دیده می شود که مکعب مستطیل A می افتد و مکعب



شکل (31-3)

مستطیل B به حال اولی برمیگردد چرا؟

وقتی که مکعب مستطیل A به زاویه ∝ کج شد چون موقعیت مرکز ثقل از قاعده اش خیلی بالاتر واقع است بناءً به اندکی حرکت استقامت شاقولی G ، از سطح اتکا خارج می شود و از G_1 خارج نمیشود.

قوه کشش زمین طوری بالای آن اثر میکند که به G یک حرکت دورانی داده و تولید مومنت به جهت عقرب ساعت را می نماید و در نتیجه مکعب مستطیل بدور محور (OO) چرخ خورده می افتد و به حالت اولی برنمیگردد. اما وقتی که مکعب مستطیل B به همان اندازهٔ ∝ کج شود چون مرکز ثقل آن بازهم به طرف چپ بوده واز ساحهٔ قاعده خارج نمیشود وقوهٔ جاذبه زمین (m × g) بالای آن طوری عمل میکند که به آن حرکت دورانی داده و به جهت خلاف عقرب ساعت مومنت پیدا میکند. که در نتیجه این مومنت با مومنت که به اثر کج شدن مکعب مستطیل پیدا می شود مساوی و مختلف الجهت می باشد که مجموعهٔ الجبری شان صفر است وجسم به حالت تعادل میآید. در این صورت گفته می شود که تعادل مکعب B پایدار واز A ناپایدار است

پس هرقدر که مرکز ثقل به قاعدهٔ یک جسم و یا به سطح اتکای آن نزدیک باشد به همان اندازه تعادل آن پایدار تر است. برای اینکه مرکز ثقل یک جسم نزدیکتر به سطح اتکای آن باشد لازم است که اولاً ارتفاع آن جسم زیاد نباشد و دوم اینکه حصه تحتانی آن سنگین تر باشد مثال برجسته آن در مملکت عزیز ما موتر های سرویس می باشد که در بام موتر ها یک مقدار مال و سامان راکبین را بار نموده وعلاوتاً نفر بیشتری بالای بار سوار می شوند به این عمل وزن در بالا زیاد شده و مرکز ثقل از قاعدهٔ موتر بالاتر میرود که در وقت حرکت اگر دریور احتیاط نکند احتمال زیاد چپه شدن موتر در کج گردی ها متصور است.

زیرا مرکز ثقل موتر از سطح اتکا خارج شده و تعادل ناپایداری شود. تانک های ذره دار چرا به آسانی چپه نمیشود علت آن را واضح سازید؟

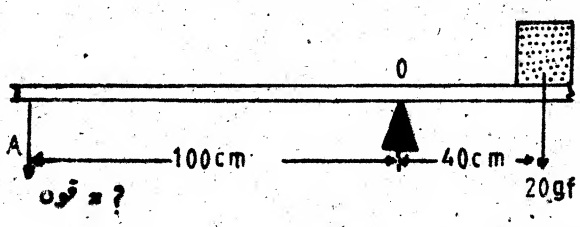
تمرینات فصل سوم

گروپ اول: سوالات عبارتی:

۱- محصلهٔ دو قوه $F_1 = 5N$ و $F_2 = 7N$ را دریافت کنید درصورتی که زاویهٔ بین شان 45° باشد.

۲- محصلهٔ قوه های $F_1 = 8N$ و $F_2 = 10N$ را دریافت کنید درصورتیکه زاویهٔ بین شان 60° باشد.

۳- شکل ذیل را در نظر گرفته قوهٔ ایکه باعث تعادل می شود دریافت کنید.



گروپ دوم: سوالات انتخابی:

سوالات ذیل را مطالعه نموده به هر سوال چهار جواب داده شده جواب صحیح را دایره نمائید.

۱ - مرکز ثقل یک جسم عبارت است از

a - نقطهٔ تاثیر محصلهٔ اوزان تمام ذرات جسم.

b - نقطهٔ تاثیر محصلهٔ اوزان که تمام ذرات جسم را در برنداشته باشد.

c - نقطهٔ تاثیر ذرات که نزدیک به سطح اتکا باشد.

d - نقطهٔ تاثیر ذرات که در خود سطح اتکا باشد.

۲ - تعادل پایدار به کدام یکی از شرایط ذیل پایدار تر است.

a - وقتی که مرکز ثقل جسم به سطح اتکا نزدیک باشد.

b - وقتی که مرکز ثقل از سطح اتکا دور باشد.

c - وقتی که مرکز ثقل جسم خارج از سطح اتکا باشد.

d - وقتی که جسم شکل نامنظم هندسی داشته باشد

۳ - علت چپه شدن موترهای باردار لاری به کدام یکی از عوامل ذیل ارتباط دارد.

a - مرکز ثقل موترهای لاری دور تر از سطح اتکا است.

b - مرکز ثقل موترهای لاری نزدیک سطح اتکا است.

c - مرکز ثقل موترهای لاری از بادی خود موتر خارج است . d - مرکز ثقل موترهای لاری در وسط بادی موجود است .

گروپ سوم : سوالات تکمیلی .

۱ - هرگاه یک جسم در هر وضع به حالت تعادل باشد این نوع تعادل را بنام تعادل ( ) یاد میکنند .

۲ - یک کیلوگرام وزن عبارت از مقدار قوهٔ است که در سطح بحری بالای ( ) کتله عمل نموده و به آن تعجیل به اندازهٔ ( ) بدهد .

۳ - واحد قوه در سیستم C.G.S عبارت از ( ) است . آن عبارت از مقدار قوهٔ است که بالای ( ) کتله عمل نموده و به آن تعجیل به اندازهٔ ( ) دهد .

۴ - یکی از عوامل اصطکاک عبارت از ناهمواری ( ) میباشد که باهم در تماس اند .

۵ - عامل مؤثر در چرخش یک جسم بدور یک محور بنام ( ) یاد می شود .

گروپ چهارم : سوالات صحیح و غلط .

سوالات ذیل را به دقت مطالعه نمائید اگر صحیح باشد در پیشروی آن علامهٔ (ص) ، اگر غلط باشد علامهٔ (غ) بگذارید .

۱ - ( ) عامل که جسم ساکن را متحرک می سازد عبارت از کار است .

۲ - ( ) به هر اندازه که کتلهٔ یک جسم زیاد شود قوه وارده بالای آن جسم از طرف زمین متناسب به کتله زیاد میگردد .

۳ - ( ) تجارب نشان داده که نسبت بین $\frac{F}{m}$ ثابت نمی باشد بلکه فرق دارند .

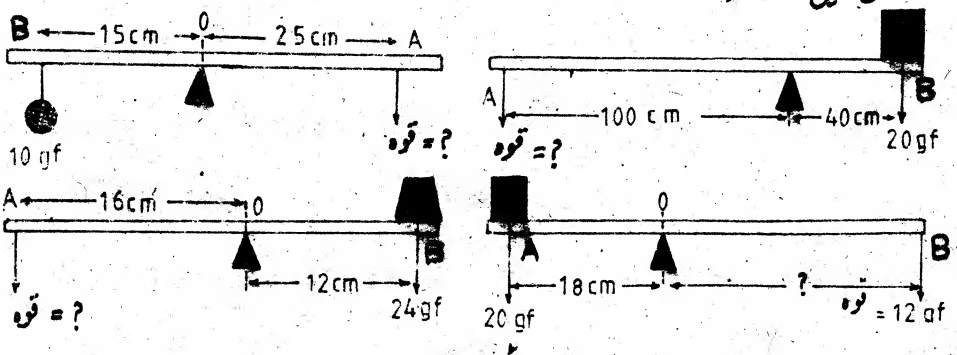
۴ - ( ) عاملیکه از حرکت نسبی اجسام جلوگیری میکند بنام اصطکاک یاد میشود .

۵ - ( ) نقطهٔ تاثیر قوهٔ جاذبه زمین بنام مرکز ثقل یاد میشود .

۶ـ ۱ ، جسم که مرکز ثقل آن از سطح اتکاء به فاصلهٔ زیاد قرار داشته باشد دارای تعادل پایدار است.

گروپ پنجم : سوالات عبارتی.

۱ـ اشکال ذیل را در نظر گرفته قوه و بازویکه باعث تعادل می شود دریافت کنید.



۲ـ دو قوهٔ قایم که بالترتیب مساوی به 3kg و 4kg باشد مفروض اند محصلهٔ آن را توسط گراف و محاسبه بدست آرید.

۳ـ دو قوهٔ مساوی داریم که قیمت هریک آن 10 kg است زاویهٔ بین هردو قوه 60° است محصلهٔ آن را توسط گراف و محاسبه دریافت کنید.

۴ـ محصلهٔ سه قوه مساوی متلاقی را دریافت کنید درصورتیکه زوایا بین هریک از دو قوه مساوی به 120° باشد؟

۵ـ یک خط کش متجانس AB مفروض است طول آن یک متر و وزن آن قابل صرف نظر است این خط کش حول نقطهٔ تعادل (O) متحرک است طوریکه $OA = \frac{AB}{4}$ باشد به انجام A یک وزن 100gr و به نقطهٔ C که مساوی به فاصله 10cm از A واقع است یک وزن 20gr آویزان است برای اینکه خط کش را افقی نگاه داشت باید به انجام B چقدر وزن را آویزان کرد؟

۶- دو انجام یک میلهٔ چوبی یکنواخت که 4m طول دارد حول نقطهٔ O متحرک است یک وزن 30Kg و یک وزن 70Kg را میآویزیم دیده میشود که میله حالت تعادل را به خود میگیرد نقطهٔ (O) را دریافت کنید؟

۷- یک میلهٔ متجانس به طول 4m ووزن 10 Kg از یک انجام به فاصلهٔ 0,5m و در انجام دیگر متکی شده است بارهای که تکیه گاه ها متحمل می شود چقدر است؟

۸- میلهٔ متجانس AB به طول 1m ووزن 40N به دو تیغه یکی در انجام A و دیگر به فاصلهٔ 30cm از انجام B دورتر متکی است اگر اوزان (1N ، 5N ، 10N) از انجام A به فاصلهٔ (30cm ، 40cm و 8cm) عمل کنند عکس العمل تیغه ها را دریافت کنید؟

۹- یک میله به طول 4m دارای وزن 40kg باشد و مرکز ثقل آن به فاصلهٔ 75cm به طرف یکی از انجام های آن واقع است. اگر 20 Kg وزن به انجام سنگین میله و وزن 60Kg به انجام سبک میله آویزان شوند مقدار و نقطهٔ تطبیق قوه را بیابید که به میله وارد شود و میله حالت تعادل را اختیار کند؟

۱۰- 50 کیلوگرام کتلهٔ فولاد روی چوب افقی توسط قوهٔ 20 N شروع به حرکت میکند ضریب اصطکاک سطوح را دریافت نمائید.

۱۱- چوب که وزن آن 100N است توسط قوهٔ 40N شروع به حرکت میکند اگر ضریب اصطکاک $\mu = 0,3$ باشد تعجیل چوب را دریافت کنید.

فصل چهارم

کار توان و انرژی

Work Power Energy

(4—1) کار : شما همه تان به کلمهٔ کار آشنائی دارید در زندگی روزمره به تمام فعالیت ها کار گفته می شود. اما از نظر فزیک کار معنی خاص دارد، و حال کار را از لحاظ فزیک مطالعه و بررسی می کنیم هرگاه یک اسپ یک گادی را از یکجا به جای دیگری انتقال دهد و یا آبشاری پل آسیابی را بچرخاند گویند که کار انجام گرفته. اگر وزن گادی سنگین باشد و اسپ نتواند آنرا انتقال دهد میگویم کار انجام نگرفته.

پس بطور کلی برای اینکه کار انجام گیرد دو عامل عمده لازم است یکی قوه و دیگری تغیر مکان.

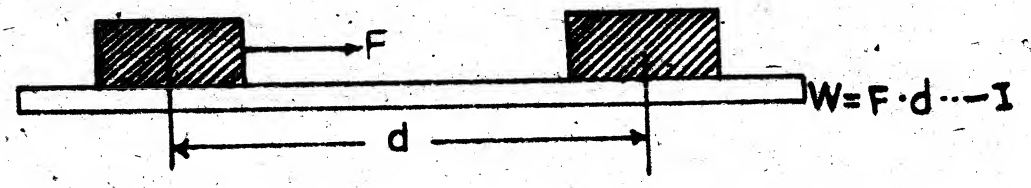
پس گفته می توانیم که اگر قوهٔ وارده. نقطه تأثیر خویش را به یک فاصله تغیر مکان دهد درینصورت کار انجام شده و اگر قوه نقطه تاثیر خود را تغیر مکان ندهد میگویم درآن صورت کار انجام نگردیده. همچنان اگر شما در گوشهٔ از صنف مشغول مطالعه باشید و بعد از ختم مطالعه به هم صنفی خود بگوئید که من بسیار کار کردم از نگاه فزیک کار اجرا نشده زیرا دو عامل عمده کار که عبارت از قوه و تغیر مکان است شامل آن نبوده پس در تعریف کار قوه و تغیر مکان نقطهٔ تأثیر قوه لازم و ملزوم یکدیگر اند.

بنا ء کار عبارت از حاصل ضرب قوهٔ وارده در فاصله تغیر مکان نقطه تاثیر قوه میباشد.

(4—2) فورمول عمومی کار :

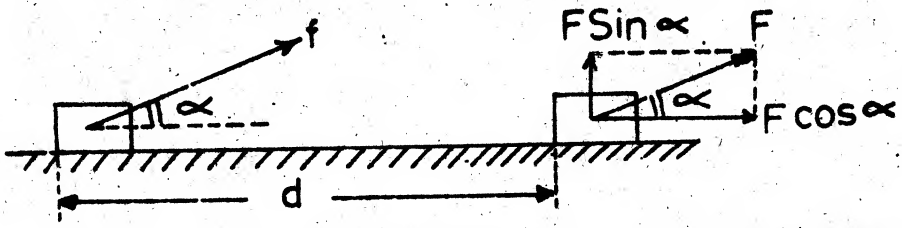
از تعریف کار فهمیدیم که کار رابطهٔ مستقیم به قوه و فاصله دارد اگر کار را به W قوه را به F و فاصله را به

d نشان دهیم پس کار اجرا شده توسط قوه عبارت از حاصل ضرب قوهٔ مذکور در تغییر مکان می باشد که می توانیم آنرا ذیلاً بنویسیم شکل (1 — 4)



شکل (1—4)

باید متذکر شد که حتمی نیست جهت قوهٔ وارده وجهت تغییر مکان یکی باشد در عمل حالات غیر از این ممکن است. قرار شکل (2— 4) اگر قوهٔ F با تغییر مکان d زاویه α را بسازد در این صورت کار اجرا شده عبارت از حاصل ضرب مرکب قوه F به جهت حرکت جسم، در تغییر مکان d بوده و عبارت است از



شکل (2 — 4)

$$W = F \times d \cdot \cos\alpha \quad ...II$$

کار حاصل ضرب قوه و فاصله بوده. اگر رابطه I و II مطالعه شود کار اجرا شده مثبت است در صورتیکه بین جهت قوه وجهت تغییر مکان رابطه ذیل موجود باشد ($0^\circ \leqslant \alpha < 90^\circ$).

کار اجرا شده منفی است در صورتیکه زاویه بین جهت قوه و تغییر مکان $(90^\circ < \alpha \leqslant 180^\circ)$ باشد.

پس به صورت عموم فورمول کار عبارت است از.

$$W = F \times d \cdot \cos\alpha$$

۱. اگر $\alpha = 0$ باشد $\cos\alpha = 1$ می شود در نتیجه $W = F \times d$ میگردد.

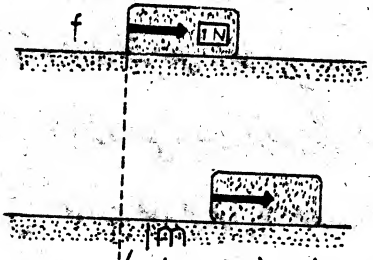
۲. اگر $\alpha = 90^\circ$ باشد $\cos 90^\circ = 0$ می شود در نتیجه $W = 0$ و کار در جهت افقی صفر می شود.

۳ : اگر $90^\circ < \alpha$ باشد $\cos\alpha < 0$ کار اجرا شده منفی است که مفهوم کار منفی وجود کار قوّهٔ مقاوم است بطوریکه اگر $\alpha = 180^\circ$ باشد $\cos\alpha = -1$ بوده و $W = -F \times d$ خواهد بود. مانند کار قوّهٔ اصطکاک چون در فورمول عمومی کار ($W = F \times d \times \cos\alpha$) مقدار $d \times \cos\alpha$ اندازه تغییر مکان جسم در امتداد قوه است بناءً اگر بخواهیم یک جسم را به کتله m به ارتفاع h بلند کنیم مقدار کار از رابطهٔ ذیل بدست میآید $W = m \times g \times h$ زیرا قوه وارده به جسم عبارت از $m \cdot g$ است ، اندازه تغییر جسم در امتداد قوّه عبارت از h است بناءً کار برای بلند کردن جسم $W = m \times g \times h$ می شود. یادآور باید شد برای اینکه جسم بروی سطح افقی حرکت کند یک قوّهٔ لازم است که به قوهٔ اصطکاک غالب باشد . اگر ضریب اصطکاک بین جسم وسطح μ باشد قوهٔ اصطکاک عبارت است از $F_f = \mu \cdot N$ و وقتی که جسم روی سطح افقی حرکت می کند $N = mg$ است نظر به فورمول کار $W_f = F_f \cdot d$ است بناءً کار قوّهٔ اصطکاک عبارت است از :

$$W_f = \mu \times m \times g \times d \quad \text{یا} \quad W_f = \mu \times N \times d$$

(4-3) واحدات کار :

در سیستم M.K.S واحد کار عبارت از ژول Joul بوده و آن مقدار کاریست که قوّه یک نیوتن (1 Newton) نقطهٔ تاثیر خودرا به استقامت خود به فاصله 1 m تغییر مکان دهد .



شکل (4-3)

$W = F \times d$

$1(joul) = 1(Newton) \times 1(m) = (N)(M)$

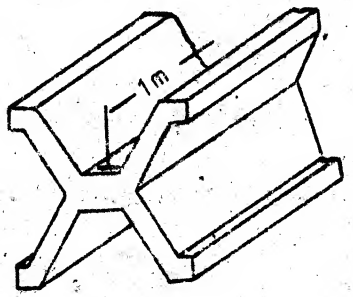
در سیستم C.G.S واحد کار عبارت از ارگ erg است و آن مقدار کاریست که قوهٔ یک داین (1 dyne) نقطهٔ تاثیر خودرا به استقامت خود به فاصلهٔ یک سانتی متر تغییر مکان دهد . $W = F \times d$

$$(erg) = 1(dyne) \times 1(cm)$$

را به ده میلیون حصه مساوی تقسیم کرده هر قسمت آن را متر (Metre) نام گذاشتند .

طول یک متر مساوی به $\frac{1}{10000000}$ حصه فاصله خط استوا و قطب زمین تعین شده است .

متر معیاری از الیاژ 90% فیصد پلاتین و 10% ایریدوم مانند شکل (1 - 1) ساخته شده است که طول آن در صفر درجه سانتی گرید یک متر است چون طول فلزات به اثر گرمی و سردی هوا کم و زیاد می شود بناءً باید متر معیاری در حرارت صفر درجه سانتی گرید و فشار 760 ملی متر ستون بسیماب نگهداری و حفاظت شود متر معیاری در موزیم اوزان و مقادیر بین المللی در شهر سورس (sevres) فرانسه نگهداری شده است و نمونه های آن به ممالک دیگر نیز فرستاده شده است .



شکل (1 - 1)

1 Km = 10 Hm = 100 Dm = 1000 m	1m = 10 d m = 100 cm = 1000 mm
1 Hm = 10 Dm = 100 m	1d m = 10 cm = 100 mm
1 Dm = 10 m	1cm = 10 mm

مثال :

2,4 متر مساوی به چند سانتی متر میشود .

حل - میدانیم که یک متر مساوی به 10 decm میشود اولاً 2,4m را در (10) ضرب میکنیم تا به دیسی متر تبدیل شود 2,4 m = 2,4 · 10 = 24 dm

بعداً چون یک دیسی متر مساوی به 10cm میشود بناءً 24 dm را به 10 ضرب می نمائیم پس :

2,4m = 24 dm = 24 · 10 cm = 240 cm

مشود

واحدات بزرگتر کار عبارت از کیلو ژول (KJ) و میگا ژول (MJ) می باشد .

$$1(KJ) = 1000\ J \quad \text{یا} \quad (10^3 J)$$

$$1(MJ) = 1000\ 000 J \text{یا} (10^6 J)$$

با در نظر داشت $1Joul = 1N \times 1m$ چون $1m = 100cm$ و $1N = 10^5 dyne$

است پس داریم که $1Joul = 10^5 dyne \times 100\ cm$

$$1Joul = 10^7 dyne \times cm = 10^7 erg$$

(4 — 4) واحدات عملی کار :

در سیستم M.K.S قوه به kg_f و فاصله به m اندازه می شود بناءً واحد کار عبارت از $kg_f \times m$ است که :

$$1kg_f \times m = 9,81\ Joul$$

در سیستم C.G.S قوهٔ را به gr_f و فاصله به cm اندازه میکنند. پس واحد کار عبارت از $(gr_f \times cm)$ می باشد .

$$1gr_f \times 1cm = 981\ erg$$

در سیستم F.P.S واحد کار فت پوند (foot-pound) و آن عبارت از کاری است که قوهٔ 1pound نقطهٔ تاثیر خود را به فاصله 1foot تغیر مکان دهد .

$$1ft-lb = 1foox\ pound$$

(4—5) توان Power :

شما معمولاً دیده اید که یک ماشین خورد نسبت به ماشین بزرگ در یک وقت معین کاری کمتر را اجرا می کند یا به عباره دیگر ماشین بزرگ کار ماشین خورد را در وقت کمتر انجام میدهد . فرضاً یک چاه توسط یکنفر در 60 روز و توسط دو نفر در 30 روز و یا توسط یک ماشین در یک روز کنده می شود در حالیکه در هر سه صورت مقدار کار انجام شده باهم مساوی است در محاسبهٔ کار اصطلاح وقت هیچ دخالت ندارد . توان عبارت از همان اصطلاح است که کار اجرا شده در واحد وقت مدنظر می گیرد .

پس توان عبارت از مقدار کاری است که در واحد وقت اجرا می‌گردد.

یعنی: $\text{توان} = \frac{\text{کار}}{\text{وقت}} = \frac{\text{قوه} \times \text{فاصله}}{\text{وقت}}$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{f \times d}{t} \qquad \text{و یا} \qquad P = \frac{f \times d \times \cos\alpha}{t}$$

(5-6) واحدات توان:

واحد توان در سیستم M.K.S عبارت از watt است. وات عبارت از توان ماشین است که یک ژول کار را در یک ثانیه اجرا کند $1\,watt = 1\,\frac{joul}{Sec}$ واحد بزرگتر توان عبارت از کیلو وات (KW) و میگاوات (MW) است.

$$1(kw) = 1000\ watt = 10^3\ watt$$

$$1(MW) = 1000\,000\ watt = 10^6\ watt$$

واحد توان در سیستم C.G.S عبارت از erg/sec می‌باشد و آن عبارت از توان ماشین است که کار یک erg 1 را در یک ثانیه انجام دهد.

واحد توان در سیستم F.P.S عبارت از هارس پاور (HP) Horsepower بوده که معادل: 0.05 watt می‌باشد.

(7-4) واحدات عملی توان:

۱- M.K.S: در این سیستم واحد توان عبارت از $kg_f xm/sec$ است که

$$1kg_f xm/sec = 9,81\ watt$$

۲- C.G.S: در این سیستم واحد توان عبارت از $gr_f xcm/sec$ است که

$$1gr_f cm/sec = 981\ erg/sec$$

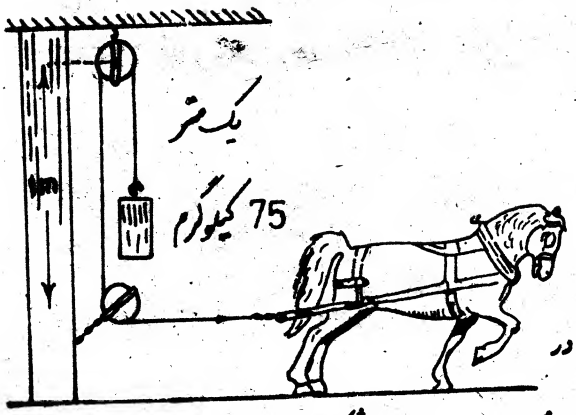
۳- F.P.S: در این سیستم واحد توان عبارت از $\frac{ft-lb}{sec}$ است که در مقابل واحد دیگری

HP (horsepower) استعمال میشود

$1HP = 550\ ft-lb/sec$

اگر فت به متر و پوند به نیوتن تبدیل شود .

$1HP = 746\ watt = \frac{3}{4} Kwatt$



شکل (4-4)

هم چنان شکل (4-4) توان یک اسپ متوسط راکه تقریباً یک هارس پاور است (میتواند در یک ثانیه 75 کیلوگرام وزنه رایک متر بالا ببرد) نشان میدهد . یعنی

$1HP = 75 kg_f\ m/sec$

مثال : یک نفر که کتله آن 70kg است در بام منزل سوم یک تعمیر که ارتفاع آن از سطح زمین 12 m است در مدت 20 sec بالا می شود توان نفر را از جنس وات و HP محاسبه کنید

$W = mgh$

$W = 70 \times 9.8 \times 12$

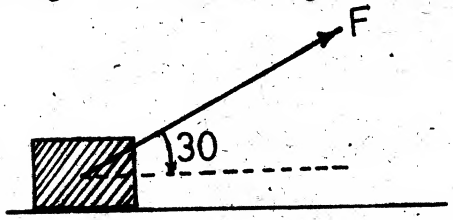
$W = 8232\ Joules$

$P = \frac{W}{t} = \frac{8232}{20} = 411,6\ watt$

$P = \frac{411,6}{746} = 0,55 HP$

$P = 0,55 HP$

مثال : قوهٔ برابر به 300 N تحت زاویهٔ 30^0 با افق به جسمی وارد می شود اولاً مرکبه افقی و عمودی آنرا و ثانیاً اگر این قوه جسم را به اندازه 50 متر تغیر مکان دهد چه ژول کار را انجام داده است .



$F = 300 N$ $W = ?$

$d = 50 m$ $F_x = ?$

$\alpha = 30^0$ $F_y = ?$

$F_x = F x \cos\alpha = 300N \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 150\sqrt{3} N$

$F_y = F x \sin\alpha = 300N \times \frac{1}{2} = 150N$

$W = F x d x \cos\alpha$

$W = 300N \times 50m \times \frac{\sqrt{3}}{2}$

$W = 7500\sqrt{3} Joul$

مثال : هرگاه قوه 100 dyne بالای جسمی تحت زاویهٔ 60° عمل کند و آنرا در ظرف 5 sec به فاصله 20 cm تغیر مکان دهد طاقت ماشین را معلوم کنید

$F = 100\ dyne$ $\quad P = ?$

$\alpha = 60^\circ$ $\quad P = \frac{w}{t} = \frac{f \times d \times \cos\alpha}{t} = \frac{100\ dyne \times 20\ cm \times \frac{1}{2}}{5\ sec}$

$t = 5\ sec$ $\quad P = 200\ dyne \times cm/sec = 200\ erg/sec$

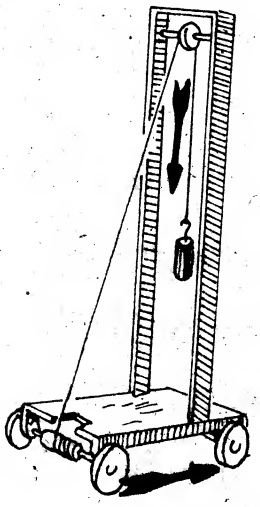
$d = 20\ cm$

$P = ?$

مسایل سوالات شماره 4 ، 6 ، 8 و 10 گروپ سوم را حل کنید .

(8 – 4) انرژی :

همه اشیاء درصورتیکه قابلیت کارکردن را داشته باشد انرژی دارند . وجود انسان انرژی دارد زیرا استعداد انجام کار در آن موجود است . همچنان تانکی پر از آب ، فنر فشرده شده هم استعداد وتوانائی کار را دارند زیرا می تواند یک کار را انجام دهند به کلمهٔ انرژی همه آشنائی دارید و در اصطلاحات روزمره استعمال می شود مثلاً شخصیکه کار زیاد را انجام داده بتواند برایش شخص پر انرژی گفته می شود .

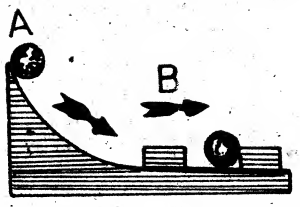


شکل (4 – 5)

درشکل (4 – 5) عراده ای را می بینید که در قسمت بالایش مطابق شکل یک پولی نصب شده از جری پولی ریسمانی عبور داده شده است که یک انجام آن به محور عراده پیچ خورده و به انجام دیگر آن یک وزنه آویزان است وقتی که وزن به طرف پایان حرکت کند عراده را به حرکت میآورد که این حالت کار را اجرا میکند .

همچنان اگر یک گلولهٔ فلزی A که روی سطح مایل لول میخورد به یک مکعب مستطیل چوبی ویا فلزی B برخورد کرده و آن را به یک مسافه بی جا می سازد که در این حالت گلوله یک کار را انجام داده .

پس به طور خلاصه انرژی را چنین تعریف میکنیم هر چیزیکه قابلیت کار را داشته باشد انرژی است و یا به عبارت دیگر قابلیت کار کردن را انرژی گویند .



شکل (6 - 5b)

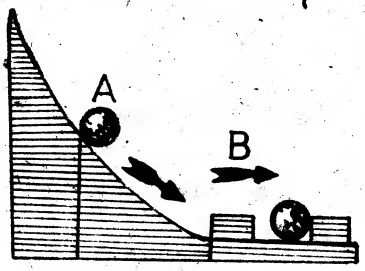
انرژی انواع مختلف دارد . انرژی میخانیکی (انرژی پوتنشیل و حرکی) انرژی حرارتی ، انرژی برقی ، انرژی هستوی ، انرژی کیمیاوی وغیره . که همه آنها یک خاصیت مشترک دارند و آن عبارت از قابلیت انجام دادن کار است بناءً با استفاده از همین خاصیت میتوان کار حاصل از انرژی را اندازه کرد لذا کار و انرژی به یک واحد اندازه می شود .

(9 - 4) انرژی میخانیکی :

انرژی میخانیکی به دو شکل ظاهر می شود یکی انرژی حرکی (E_k) و دیگر انرژی پوتنشیل (E_p) و یا به عبارت دیگر مجموع انرژی حرکی و پوتنشیل را انرژی میخانیکی گویند

a) انرژی حرکی :

انرژی را که یک جسم در حال حرکت دارا می شود انرژی حرکی می نامند به عبارت دیگر هر جسم متحرک دارای انرژی حرکی است . مثلاً موتر ، بایسکل و گلولهٔ فلزی در حال حرکت دارای انرژی حرکی هستند و به همین علت در حالت تصادم می توانند یک کار را انجام دهند که در حال سکون به انجام آن قادر نیستند آب جاری و جریان هوا نیز دارای انرژی حرکی می باشند . انرژی حرکی یک جسم مربوط به کتله و سرعت آن جسم است یعنی اگر هر قدر سرعت و کتلهٔ یک جسم زیاد شود به همان اندازه انرژی حرکی آن زیاد می گردد برای اثبات این مسئله تجربهٔ قبلی را تکرار میکنیم در شکل (6 - 6) یک

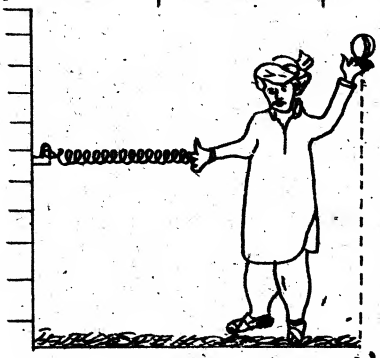


شکل (6 - 6)

یک سطح مایل است که به آن یک سطح افقی متصل است. در سطح افقی مکعب مستطیل چوبی B قرار دارد اگر گلولهٔ A را از ارتفاعات مختلف رها سازیم مشاهده می شود به هر اندازهٔ که گلوله از ارتفاع بلندتر لول داده شود سرعت آن همان قدر زیاد گردیده و مکعب مستطیل چوبی را به فاصلهٔ بیشتر تغیر موقعیت میدهد یعنی کار زیاد را انجام میدهد. همچنان اگر کتلهٔ گلولهٔ A را زیادتر سازیم در نتیجه تغیر موقعیت کنندهٔ B، زیاد میگردد. انرژی حرکی یک جسم به کتلهٔ m که با سرعت v در حرکت است از رابطهٔ $E_k=\frac{1}{2}mv^2$ حساب می شود اگر m به kg و v به حسب m/sec انتخاب شود E_k به حسب Joul حساب می شود.

b) انرژی پوتنشیل:

انرژی ذخیره شده ای که یک جسم در حالت خاص نسبت به جسم دیگر دارد بنام انرژی پوتنشیل یاد می شود. یا به عبارت دیگر قابلیت نهفتهٔ انجام کار در یک جسم است که آن جسم به نسبت وضع خاص خود دارا می باشد.



شکل (7-4)

اگر یک جسم به کتلهٔ m به ارتفاع h از زمین بلند کنیم لازم است که برای خنثی کردن قوهٔ کشش زمین کاری به اندازهٔ $W=mxgxh$ را انجام دهیم این کار از بین نمیرود بلکه در جسم ذخیره می شود که بنام انرژی پوتنشیل جاذبوی یاد میشود.

انرژی پوتنشیل یک جسم در روی زمین صفر قبول شده. انرژی پوتنشیل یک جسم را که به یک ارتفاع بلند شده باشد مساوی به مقدار کاری است که در وقت سقوط جسم به روی زمین اجرا میکند.

مثلاً آب دریاها به منظور استحصال برق توسط بندها به ارتفاع لازم بلند برده می شود تا انرژی پوتنشیل زیاد را داشته باشد.

مثال: a ـ برای بلند کردن 2kg کتاب به ارتفاع 1,5 m از سطح زمین چقدر کار ضرورت

است .

b - در ارتفاع 1,5m جسم دارای چقدر پوتنشیل انرژی خواهد بود. $m = 2kg$

$h = 1,5m$

a, $w = f \times d = m \times g \times h = 2kg \times 9.8 m/sec^2 \times 1.5m = 29.4 \ Joul$

b, $E_p = m \times g \times h = 29,4 \ Joul$

مثال : در بلند کردن یک جسم کتله آن 200kg است 10000 J کار اجرا شده است معلوم کنید جسم به کدام ارتفاع بلند شده.

$w = 10000 \ Joul = 10^4 \ Joul$

$m = 200 kg$

$h = \frac{w}{m \times g} = \frac{10^4 \ Joul}{200kg \times 9.8 m/sec^2} = 5.1m$

مثال : انرژی حرکی موتر را که کتله اش 1100 kg و سرعت آن $60 km/h$ باشد دریافت کنید.

$v = \text{سرعت موتر} = \frac{60km}{h} = \frac{60000m}{3600sec} = 16,7 m/sec$

$m = 1100kg$ $\quad E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 1100kg \times (16,7 m/sec)^2$

$E_k ?$ $\quad = 1,53 \times 10^5 \ Joul$

تمرینات فصل چهارم

گروپ اول : سوالات انتخابی .

به سوالات ذیل چهار جواب داده شده جواب صحیح را دریافت نمائید .

۱ - فورمول عمومی کار عبارت است از :

a - $w = mgh$ $\quad$ b - $g = \frac{w}{mh}$

c - $p = \frac{w}{t}$ $\quad$ d - $w = f \times d \times \cos$

۲ - واحد کار در سیستم c.g.s عبارت است از:

a - dyne　　b - erg

c - joul　　d - ft-lb

۳ - ژول عبارت از مقداری کاری است که :

a - قوهٔ یک داین نقطهٔ تاثیر خود را به فاصلهٔ یک سانتی متر تغییر مکان دهد.

b - قوهٔ یک نیوتن نقطهٔ تاثیر خود را به فاصلهٔ یک متر انتقال دهد.

c - قوهٔ یک پوند نقطهٔ تاثیر خود را به فاصلهٔ یک فت انتقال دهد.

d - هیچ کدام از این ها .

۴ - هرگاه قوه 10dyne نقطهٔ تاثیر خود را به فاصلهٔ 0,5 m انتقال دهد کار اجرا شده مساوی است به :

a - 5 joul　　b - 10 erg

c - 5 lb-ft　　d - 5 erg

گروپ دوم : سوالات تکمیلی

جای های خالی را به کلمات مناسب تکمیل نمائید .

۱ - توان عبارت از مقداری کاری است که (　　) اجرا می گردد.

۲ - یک هارس پاور عبارت از توان است که (　　) کیلوگرام وزن را به فاصله (　　) متر بالا ببرد.

۳ - مجموع انرژی (　　) را انرژی میخانیکی گویند.

۴ - قابلیت (　　) انرژی گویند .

گروپ سوم : سوالات عبارتی .

۱- سرعت جسم را که کتله اش 10Kg و دارای انرژی حرکی 50 Joul باشد دریافت کنید.

۲- جسمی بوزن $200\ Kg_f$ از ارتفاع 20m سقوط میکند. a : کار انجام شده را به ژول معلوم کنید. b : اگر این کار توسط ماشین در ظرف 20sec اجرا شود توان ماشین را به HP بیابید ؟

۳- قوهٔ به اندازه 480N بالای جسمی طوری وارد شده که با سمت تغیر مکان زاویهٔ 60° را می سازد هرگاه جسم را به اندازهٔ 30 m m تغیر مکان داده باشد. a : کار انجام شده را از جنس ژول بدست آرید. b : اگر این کار در ظرف 20sec انجام شده باشد طاقت عامل را معلوم کنید.

۴- کارگری $1000Kg_f$ را در ظرف ده دقیقه به فاصلهٔ 200 m جابجا نموده کار و توان کارگر را معلوم کنید.

۵- هرگاه وزن جسمی $W = 20Kg_f$ باشد یکی از همکاران شما این وزن را بالای تپه ایکه با سطح افقی زمین زاویه 30° را ساخته به فاصلهٔ 100m می کشاند کار همکار خود را دریافت کنید.

۶- سنگ بزرگی را در نظر بگیرید یک برادر خورد شما قوهٔ $F = 20N$ با آن وارد میکند هرگاه فاصلهٔ طی شده صفر باشد کار برادر خورد را دریافت کنید.

۷- موتر بار دار لاری را در نظر بگیرید که با سطح افقی زمین موازی در حرکت بوده بعد از طی مسافهٔ 150 Km متوقف می شود هرگاه موتر مذکور 150×10^6 Joul کار را انجام داده باشد وزن منتقلهٔ لاری را دریافت دارید (از وزن خود لاری صرف نظر شده).

۸- اگر قدرت یک دستگاه $P = 50 \frac{joul}{sec}$ باشد و کار اجرا شده توسط دستگاه $W = 150\ J$ باشد وقتی را که دستگاه بکار داده دریافت کنید.

۹- کارگری با توان $1000 \frac{erg}{sec}$ کاری را در ظرف 20 ثانیه انجام میدهد کار مذکور را به ارگ و ژول دریافت کنید.

۱۰- شخصی بوزن 75Kg به طبقهٔ پنجم یک تعمیر در مدت سه دقیقه بالا رفته است ارتفاع هر طبقه 3m است توان شخص را به watt معلوم کنید.

۱۱- یک اسپ گادی را کش کرده که بالای آن قوهٔ ثابت 60Kg عمل میکند بعد از طی 4Km کار اجرا شدهٔ گادی را محاسبه کنید. همچنان زمان را دریافت نمائید درصورتیکه توان یک هارس پاور باشد؟

گروپ چهارم :

سوالات ذیل را به دقت مطالعه کنید درصورتیکه صحیح باشد در پیشروی آن علامهٔ (ص) و اگر غلط باشد علامهٔ (غ) بگذارید.

۱-( ) کار عبارت از حاصل ضرب قوه در فاصلهٔ تغیر مکان است.

۲-( ) کار اجرا شده منفی است درصورتیکه $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ باشد.

۳-( ) هر جسم متحرک دارای انرژی حرکی می باشد.

۴-( ) انرژی پوتنشیل توسط رابطه $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ دریافت شده می تواند.

۵-( ) اگر زاویه $\alpha = 90^\circ$ باشد کار در جهت افقی صفر میشود.

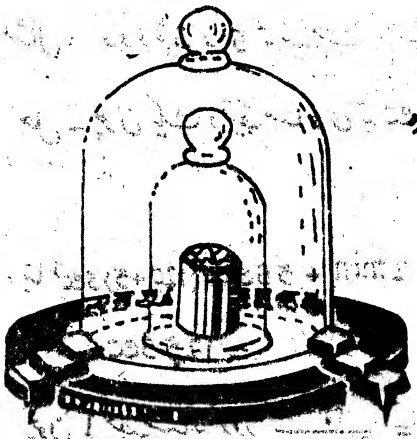
۶-( ) ارگ عبارت از مقدار کاری است که قوهٔ یک داین نقطهٔ تاثیر خود را به اندازهٔ 1cm تغیر مکان دهد.

(1-7) کیلوگرام Kilogramme

واحد معیاری کتله در سیستم بین المللی (SI) کیلوگرام (Kg) است . کیلوگرام معیاری کتله استوانه‌ئی است که از الیاژ پلاتین و ایریدوم ساخته شده . نمونه اصلی آن در sevres دفتر بین المللی اوزان و مقادیر نگهداری شده است

کاپی های آن به ممالک دیگر جهان نیز فرستاده شده

و نمونه آن مانند شکل (2-1) می باشد



شکل (2-1)

(1mega gramme) 1Mg = 1000kg = 1Ton

(1kilogramme) 1Kg = 1000 gr

(1gramm) 1gr = 1000 mgr

یک دیسی متر مکعب آب خالص که مساوی به یک لیتر یا مساوی به 1000 سی سی یا مساوی به 1000 سانتی متر مکعب در 4° سانتی گرید 1 kgr کتله دارد .

(1-8) ثانیه second

وقت را در فزیک به ثانیه اندازه می کنند یک ثانیه $\frac{1}{86400}$ ام حصه یک شبانه روز است .

ساعت 24 = 1 شبانه روز

دقیقه 60 = 1 ساعت

ثانیه 60 = 1 دقیقه

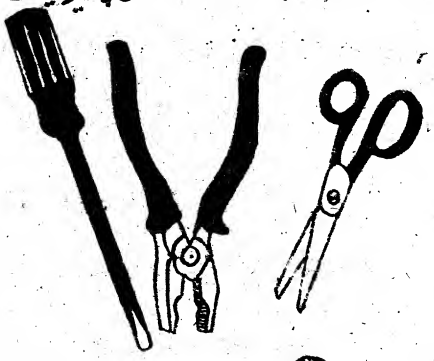
مثال : 3 , 5 Mg میگاگرام چند گرام می شود

حل - چون 1Mgr = 1000kg پس 3 , 5 را در 1000 ضرب میکنیم

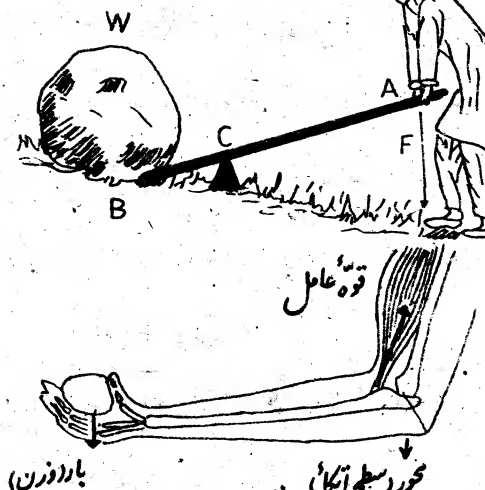
فصل پنجم

(1—5) ماشین های ساده :

انسان در اجرای بعضی از کار ها بدون استعمال وسائل عاجز و ناتوان است که نمیتوان آنرا با قوهٔ بازو اجرا کند . مثلاً بیجا نمودن یک سنگ بزرگ توسط قوهٔ بازو (دست) امکان پذیر نیست اما می توان به کمک یک چوب سخت یا جبل (رافعه) آنرا تغییر موقعیت داد . به کمک رافعه بمصرف قوه کم موانع بزرگ را می توان دور نمود . همگذا توسط رافعه که نوع از ماشین ساده است میتوانیم با صرف قوهٔ کم و زمان کوتاه کار بزرگ را انجام داد اشکال (1-5)



انواع ماشین ها را نشان میدهد شما مشاهده نموده اید که بلند کردن یک موتر توسط دست کاری بسیار مشکل است . اما با استعمال جک پیچی (به وارد کردن قوهٔ کم بالای دستهٔ جک) میتوان قوهٔ زیاد را تولید نمود و موتر را بلند کرد . وسایل که برای تبدیل کردن قوه مورد استفاده قرار میگیرند ماشین ها نامیده می شوند . یا ماشین وسیلهٔ است که



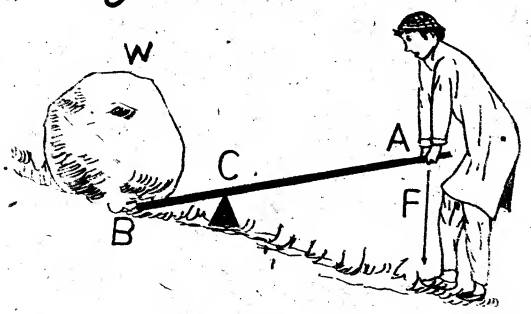
شکل (1—5)

در اجرا کار سهولت را بار می آورد.

رافعه ، پولی (چرخ) ، چرخ چاه ، سطح مایل ، فانه ، انبور ، قیچی ، پیچگش ، آتش گیر از جمله ماشین های ساده اند در جهان امروز انواع مختلف ماشین های ساده ، بسیط ، مغلق و مرکب موجود است و ماشین های ساده در همه انواع ماشین های مغلق دیده می شود

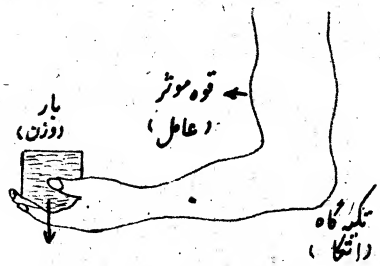
(5-2) رافعه ها :

رافعه معمولی عبارت از میلهٔ فلزی و یا چوبی سخت و غیر قابل انحنا می باشد که به حول یک نقطهٔ ثابت (نقطهٔ اتکا) دوران نموده و برای از بین بردن مقاومت و بیجا ساختن اوزان سنگین به کار برده می شود. طرز کار رافعه قرار ذیل است. ابتدا آنرا روی تیغهٔ ای اتکا (تکیه) میدهند سپس به یک انجام آن قوهٔ وارد می شود و به انجام دیگر کار اجرا می گردد شکل (5-2a) رافعهٔ را نشان میدهد که دارای طول AB است که A نقطهٔ تطبیق قوه عامل C نقطهٔ اتکا و B نقطهٔ تاثیر قوهٔ مقاوم است.



شکل (5-2a)

شکل (5-2b) نیز یک رافعه است.



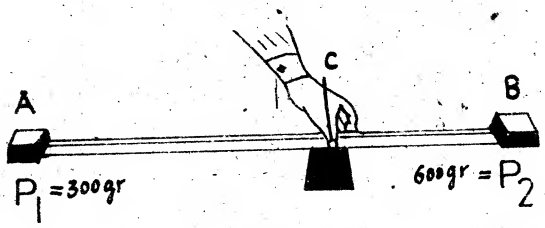
شکل (5-2b)

فاصله بین نقطهٔ اتکا و نقطهٔ تطبیق قوهٔ عامل (AC) را بازوی قوه عامل و فاصله بین قوهٔ مقاوم و نقطهٔ اتکا (BC) را بازوی قوه مقاوم می نامند هکذا در شکل مذکور قوه عامل به F و وزن جسم (قوه مقاوم) به W نشان داده شده است.

(5-3) موازنه قوه ها در سیستم رافعه ها :

تجربه : به دو انجام خط کش که 60cm طول دارد وزن $P_1 = 300gr_f$ و $P_2 = 600gr_f$

گذاشته شده است . هرگاه بخواهیم که این خط‌کش بالای پایه قائمی به شکل افقی در حالت توازن قرار گیرد باید خط‌کش را مطابق شکل (5-3) تجربتاً

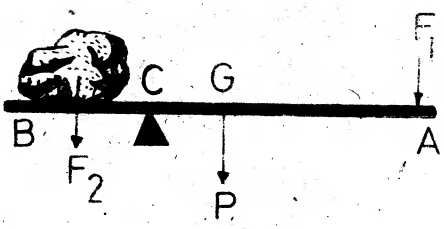


(5-3)

در چندین نقطه بالای پایه حرکت دهیم تا توازن برقرار شود. البته این امر تنها در نقطهٔ تأثیر محصله تطبیق شده و در نقاط دیگر خط‌کش عملی شده نمی‌تواند از تجربه بملاحظه خواهد رسید که $AC = 40cm$ و $BC = 20cm$ است. برای اینکه سیستم حالت تعادل افقی را اختیار کند باید که $P_1 \cdot AC = P_2 \cdot BC$ باشد.

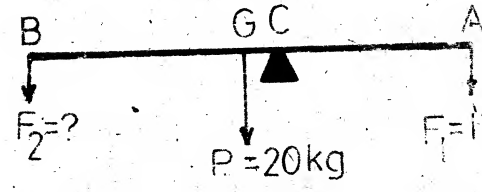
شرط فوق در صورتی قابل تطبیق است که از وزن میله صرف نظر شود.

همچنان می‌توانیم شرایط توازن را مطابق شکل (5-4) برای رافعهٔ که وزن P آن نیز مد نظر است مطالعه کنیم. هرگاه میلهٔ مذکور متجانس باشد در این صورت تمام وزن آن به مرکز ثقل میله متمرکز بوده و اگر قوهٔ F_1 به نقطه A میله و قوهٔ F_2 به نقطه B میله عمل کنند و G مرکز ثقل آن باشد اگر نقطه C میله بالای تیغه گذاشته شود و حالت افقی را اختیار کند پس : $F_1 \times AC + P \times GC = F_2 \times BC$



شکل (5-4)

مثال : رافعه به طول 180 cm سانتی متر دارای وزن 20 kgr است قوه F_1 مقدار 12 Kgr



مطابق شکل (5-5) در انجام A عمل می‌کند. اگر فاصله نقطهٔ اتکا $AC = 80cm$ باشد در این صورت مقدار قوهٔ F_2 را برای تعادل افقی دریافت کنید. در حالیکه G نقطهٔ تنصیف و تعادل میله است.

شکل (5-5)

حل :

$AB = 180\,cm$

$P = 20\,kgr$

$F_1 = 12\,kg_f$

$AC = 80\,cm$

$CB = AB - AC = 180 - 80 = 100\,cm$

$GC = AG - AC = 90 - 80 = 10\,cm$

هکذا برای دریافت مقدار F_2 نوشته کرده می توانیم

$$F_1 \times AC = P \times GC + F_2 \times BC$$

$$F_2 = \frac{F_1 \times AC - P \times GC}{BC}$$

با گذاشتن قیمت ها در رابطه فوق خواهیم داشت .

$$F_2 = \frac{12kg_f \times 80\,cm - 20kg_f \times 10\,cm}{100\,cm} = \frac{960 - 200}{100} = 7,6\,kg$$

(5-4) فایدهٔ میخانیکی :

اگر قوهٔ عامل را به F قوهٔ مقادم را به R بازوی قوهٔ عامل را به L و بازوی قوهٔ مقاوم را به l نشان دهیم در این صورت داریم .

$$F \times L = R \times l$$

و یا

$$\text{فایدهٔ میخانیکی} = M \cdot A = \frac{R}{F} = \frac{L}{l}$$

نسبت $\frac{L}{l}$ یعنی بازوی قوه عامل بر بازوی قوه مقاوم را فایدهٔ میخانیکی رافع میگویند که مخفف آن M.A (Mechanicl 'advantage) می باشد .

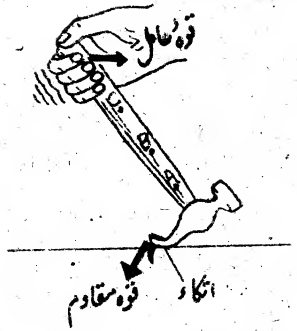
باید متذکر شد که M.A یک عدد ثابت است . حال اگر l خورد شده برود نسبت $\frac{L}{l}$ بزرگ می شود یعنی فایدهٔ میخانیکی رافع زیاد میگردد یا به عبارت دیگر هر قدر بازوی قوه عامل را طویل

انتخاب کنیم فایدهٔ میخانیکی رافعه زیاد می شود وبطور خلاصه چنین ارائه می شود .

اگر $L_A > L$ باشد . $M.A > 1$ است

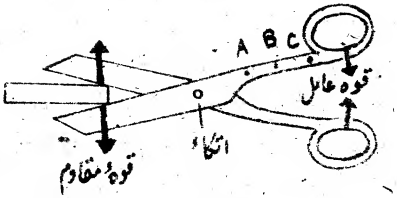
اگر $L_A < L$ باشد $M.A < 1$ است

اگر $L_A = L$ باشد $M.A = 1$



شکل (5-6a)

در اشکال (5-6a) و (5-6b) فایدهٔ میخانیکی نقطهٔ C نسبت به B و از B نسبت به A زیادتر است . زیرا بازوی قوه عامل از A به طرف B زیاد می شود .



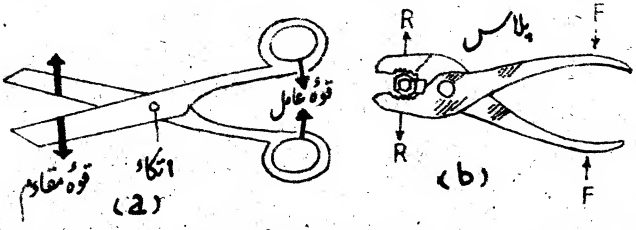
شکل (5-6b)

(5-4) اقسام رافعه :

رافعه نظر به موقعیت نقطهٔ انکاء ، نقطهٔ تأثیر قوهٔ مقاوم ونقطهٔ تاثیر قوه عامل به سه دستهٔ ذیل تقسیم می شود

الف: رافعه نوع اول

در این نوع رافعه ها نقطهٔ انکاء بین قوه عامل وقوهٔ مقاوم قرار میگیرد



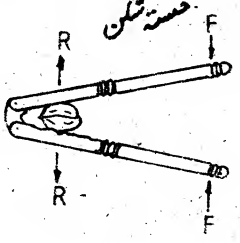
(5-7a-b)

مانند قیچی ، پلاس ، ترازو ، جبل وغیره در این نوع رافعه فایدهٔ میخانیکی بزرگتر از یک است زیرا که بازوی قوهٔ عامل از بازوی قوهٔ مقاوم طویل تر می باشد شکل (5-7a-b) .

ب : رافعهٔ نوع دوم

در این نوع رافعه ها قوهٔ مقاوم بین نقطهٔ انکاء و نقطهٔ تاثیر قوهٔ عامل واقع میگردد مانند کراچی ، دروازه ، خسته شکن وغیره چون در این نوع رافعه ها اکثراً بازوی مقاوم نسبت به بازوی قوهٔ عامل کوچکتر است لذا فایدهٔ میخانیکی همیشه بزرگتر از یک می باشد مانند شکل (5-8a) و (5-8b)

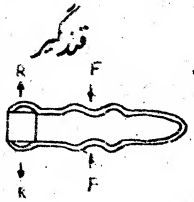
شکل (5-8ab)



ج: رافعهٔ نوع سوم در این نوع رافعه ها نقطهٔ تاثیر قوهٔ عامل بین نقطهٔ تاثیر قوه مقاوم و نقطهٔ اتکا قرار دارد. آتش گیره مثال خوب این نوع رافعه ها می باشد در این نوع رافعه ها چون بازوی قوهٔ عامل نسبت به بازوی قوه مقاوم کوچکتر است لذا فایدهٔ میخانیکی همیشه از یک کوچکتر می باشد. شکل (9 – 5)

نوت: در تمام اقسام رافعه ها باثر متغیر بودن نقطهٔ تاثیر قوه، طول بازوها همیشه رابطه ذیل برقرار می باشد:

$$F \cdot L = R \cdot \acute{L}$$



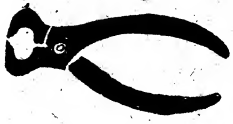
شکل (9 – 5)

در نتیجه می توان گفت که در سیستم رافعه ها مجموع مومنت های طرف چپ نقطهٔ اتکا مساوی به مجموع مومنت های طرف راست نقطهٔ اتکا می باشد

(5-6) استفاده از رافعه ها در تخنیک و زندگی روزمره:

در این شکی نیست که رافعه یکی از قدیم ترین ماشین ها بوده که مورد استفاده انسان ها قرار گرفته است حتی امروز هم برای اجرا و انجام کار زیاد توسط قوهٔ کم در تخنیک و زندگی روزمره از انواع مختلف آن استفاده بعمل میآید لذا در تخنیک دارای اهمیت زیادی می باشد. مثلاً قیچی که در بریدن تخته های آهن از آن استفاده بعمل میآید طول دسته های شان از درازی تیغه های شان خیلی زیاد است. زیرا مقاومت اشیای که

شکل (5-10a)



شکل (5-10b)

آنهارا می برند زیادتر است بنا ءً برای مؤثریت، بازوی قوه یعنی دسته قیچی را باید دراز ساخت مانند شکل (10 - 5) همچنان فرق بین درازی دسته های انبور سیم بُر و قسمت بزندهٔ آن از محور دوران زیاد است شکل (10 - 5 ب) رافعه های مختلف النوع در اکثر ماشین ها دیده می شود، ترازو شاهین دار نیز مانند رافعهٔ متساوی البازو عمل میکند.

مثال : یک میلهٔ چوبی در نقطهٔ وسط بالای یک نقطه اتکا دارد یک شخص که دارای وزن 75 کیلوگرام است. به فاصله 15cm از نقطه اتکا دورتر نشسته معلوم کنید که یک شخص دیگر به وزن 115kg در کدام فاصله روی میله بنشیند تا تعادل برقرار شود.

حل : برای تعادل لازم است که مومنت طرف راست مساوی به مومنت طرف چپ شود.

$F = 75kg_f$ $\quad F \times L = R \times \acute{L}$

$L = 15cm$ $\quad 75\,kg \times 15\,cm = 115\,kg \times \acute{L}$

$R = 115\,kg$ $\quad \acute{L} = \dfrac{75kg \times 15cm}{115\,kg} = 9{,}7cm$

$\acute{L} = ?$

مثال : توسط یک قیچی آهن بری میخواهیم میخ را قطع کنیم قوه ای که بر دسته قیچی وارد می شود 15kg قوه است اگر بازوی قوه عامل 28cm و بازوی قوه مقاوم 7cm باشد قوه مقاوم را تعین کنید.

حل :

$F = 15kg_f$ $\quad F \times L = R \times \acute{L}$

$L = 28\,cm$ $\quad 15kg_f \times 28cm = R \times 7cm$

$\acute{L} = 7cm$ $\quad R = \dfrac{15 \times 28}{7} = 60\,kg_f$

$R = ?$

تمرینات

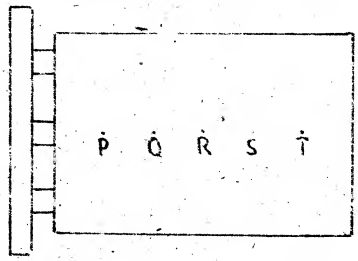
گروپ اول :

سوالات انتخابی : به سوالات ذیل چهار جواب داده شده جواب صحیح را در یافت نمائید.

۱ـ شکل ذیل یک دروازه را نشان میدهد. برای اینکه بتوانیم آنرا به قوهٔ کم باز نمائیم از کدام نقطه باید گرفته شود.

a - از نقطه P c - از نقطه R

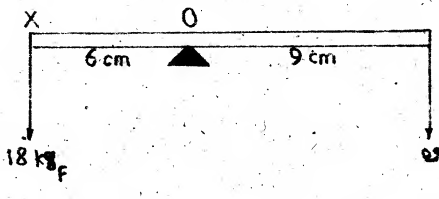
b - از نقطه T d - از نقطه S



2 - شکل ذیل یک میله سبک را نشان میدهد که به نقطه ○ تکیه کرده برای تعادل $18kg_f$ بار چقدر قوه ضرورت است .

a - $15kg_f$ b - $12kg_f$ c - $3kg_f$

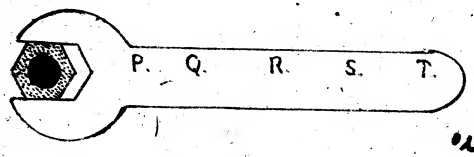
d - $27kg_f$



3 - یک شاگرد کوشش میکند یک نت را بواسطه استعمال رنج دوران دهد کدام یکی ازاین ها برای آسانی کار استعمال شود .

a - رنج سنگین b - رنج سبک c - رنج کوتا d - رنج دراز

4 - شکل ذیل رنج را نشان میدهد که برای باز کردن نت استعمال می شود در عمل در کدام نقطه نت آسانتر باز میگردد .



a - P-d ، Q-c ، S-b ، T-a

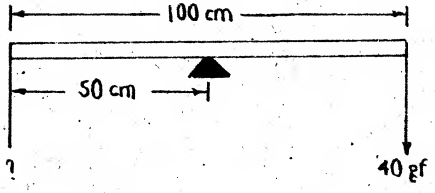
5 - کدام یکی از اشیاء ذیل به اساس قانون رافعه ساخته نشده

a - جوره قیچی b - جوره قیچی باغبانی c - رنج d - نی شربت نوشی

6 - در شکل رافعه داده شده چقدر قوه لازم است تا آن را در حالت تعادل افقی نگاه کند

a - $25kg_f$ c - $40kg_f$

b - $2kg_f$ d - $50kg_f$



7 - کدام یکی از اشیای ذیل را نمیتوانیم بحیث ماشین استعمال کنیم

a - اهرام ، b - قیچی ، c - رنج ، d - حرارت سنج

گروپ دوم سوالات تکمیلی : جای های خالی جملات ذیل را به کلمات مناسب تکمیل نمائید .

1 - ماشین وسیلهٔ است که در اجرای ( ) پیش میکند .

2 نسبت $\frac{L}{l}$ یعنی ($\frac{\text{بازو عامل}}{\text{بازو مقاوم}}$) در رافعه ها را ( ) گویند .

3 - خسته شکن را رافعه نوع ( ) می نامند .

4 - چکش میخ کش نوع از رافعه است که نقطه اتکا آن در ( ) قرار دارد .

گروپ دوم سوالات عبارتی :

1 - وسط خاکش به طول 0,5 m روی لبهٔ یک کار قرار دارد اگر به یک انجام آن وزن 450 g_f آویزان شود به طرف دیگر به فاصله 0,25 m از انجام خاکش چه وزن را آویزان کنیم تا تعادل برقرار شود .

2 - یک میلهٔ آهنی یکنواخت بطول 4m و وزن 10 Kg_f در یک انتها متکی شده است و 40 Kg_f به فاصله 0,5m از نقطهٔ اتکا وارد شده است در انتهای دیگر چه قوهٔ باید وارد شود تا توازن برقرار شود .

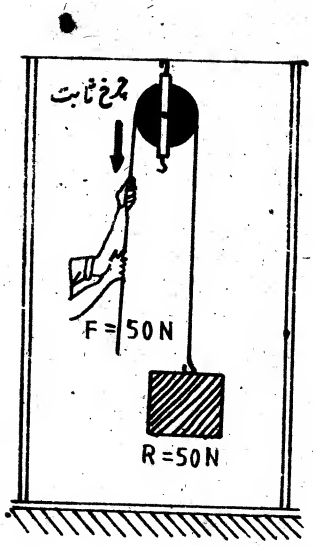
2 - یک میله یکنواخت به طول 90 cm و وزن 2 kg_f در یک انتها متکی شده است در انتها دیگر یک بار 6 kg_f آویزان شده چه قوه ای در جهت بالا به فاصلهٔ 22,5 cm از این انتهای تعادل ایجادی کند اثر وارده به تکیه گاه چیست ؟

(5-7) پولی (چرخ) :

نوع دیگری از ماشین های ساده پولی ها تشکیل داده که در زندگی به اشکال و انواع مختلف از آن استفاده به عمل میآید و معمولا به دو سیستم می باشد ساده و مرکب .

پولی ساده :

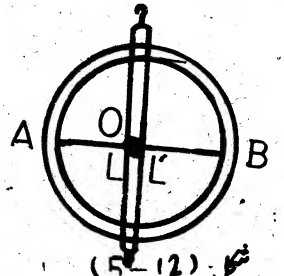
a - پولی ثابت : پولی ثابت یک ماشین بسیار ساده است که زیاد مورد استفاده قرار میگیرد ساده ترین آن از یک قرص که دارای جری است ساخته شده که می تواند حول محور ثابتی در یک مستوی عمودی بچرخد مانند شکل (11 - 5) محور چرخ به یک میلهٔ ثابت یا تکیه گاه دیگری متصل می باشد



شکل (5-11)

که در وقت بالا و پائین کردن بار موقعیت آن تغییر نمی کند بلکه ثابت باقی می ماند این نوع پولی فقط برای عوض کردن جهت قوه بکار میرود . در حقیقت چرخ ثابت رافعهٔ است که هردو بازوی آن باهم مساوی بوده و برابر به شعاع چرخ است یعنی OA = OB = r

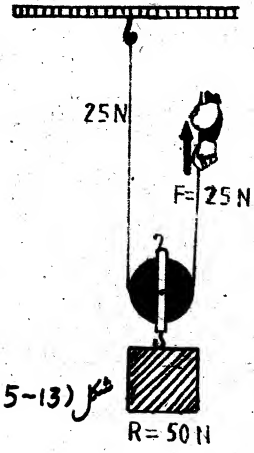
طوریکه در شکل (12- 5) دیده می شود . می توان توسط قوه F که جهتش به طرف پائین است بار R را توسط ریسمان که حول پولی بچرخد درجهت بالا حرکت داد اگر فرض شود که پولی بدون اصطکاک است در آن صورت R=F است چون قوه کشش F در هردو طرف ریسمان است لذا مجموع قوای که به پولی اثر می کند برابر به 2F است در چرخ ثابت چون L = L' = r است پس فایدهٔ میخانیکی یک است . یعنی : $M \cdot A = \frac{L}{L'} = 1$



شکل (12- 5)

مثلاً برای بلند کردن وزن 50 نیوتن باید قوهٔ 50 نیوتن به انجام دیگر تناب وارد شود این نوع چرخها کار را آسان می سازد . زیرا برای بلند کردن بار باید قوه به طرف پائین وارد شود واز وزن بدن نیز استفاده می شود .

b- چرخ متحرک : چرخ متحرک یا آزاد چرخی است که همراه بار (وزن) یکجا حرکت می کند مانند شکل (13- 5) .



شکل (5-13)

اولاً یک انجام ریسمان را در یک نقطه ثابتی محکم نموده واز دور پولی که به وسیلهٔ محورش وزن R را انتقال میدهد عبور میدهند وانجام آزاد ریسمان توسط یک قوه به طرف بالا کش می شود .

$3,5\ Mg = 3,5 \times 1000\ kg = 3500\ kg$

همچنان kgr مساوی به 1000 گرام است بنا‌ء داریم که

$3500kg = 3500 \times 1000gr = 3,5 \times 10^{6} gr$

مثال: دو دقیقه و 5 ثانیه چند م حصه یک شبانه روز می شود.

حل - چون یک دقیقه مساوی به $60\ sec$ است پس $2\ min = 2 \cdot 60\ sec$

$2\ min = 120\ sec$

بنا‌ء $2\ min + 5\ sec = (120+5)\ sec$

$= 125\ sec$

چون { حصه شبانه روز $= \frac{1}{86400}$ } پس { $125\ sec = (\frac{125}{86400}$ حصه شبانه روز $)$ }

{ $125\ sec = \frac{5}{3456}$ حصه شبانه روز }

(۹-۱) آلات اندازه گیری:

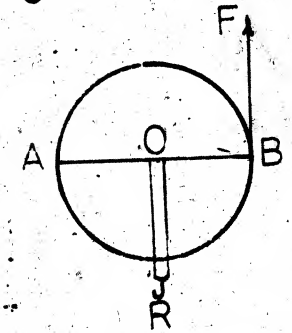
آلاتیکه توسط آن در زندگی روزمره فاصله را اندازه میکنند یا بصورت خط کش های است که دارای طول های $15cm$ ، $30cm$ ، $50cm$ و $100\ cm$ است یا اینکه به شکل فیته های متری می باشد، میکرومتر، ورنیر کالیپر نیز آلات اندازه گیری است که توسط آن طول های کوچک را اندازه میکنند.

a) میکرومتر (micrometre):

این آله برای اندازه گیری طول های کوچک مانند ضخامت ورقه کاغذ بکار برده می شود این آله مانند شکل (3-1) از یک قسمت (U) مانند (A) و یک پیچ P که گام یک یا $\frac{1}{2}$، $\frac{1}{4}$

اگر قوهٔ عامل F باشد کشش در سر تا سر تار برابر به F خواهد بود چون پولی از هر دو طرف توسط ریسمان که قوهٔ F به آن وارد می شود نگهداری شده است بناءً وزن آویخته شده برابر 2F یعنی R=2F میباشد در رابطهٔ فوق از وزن پولی صرف نظر شده . اگر وزن پولی را هم در نظر بگیریم و آنرا به W نشان دهیم داریم که R+W=2F .

رابطهٔ فوق را بین F و R می توان از قاعدهٔ مومنت های دوران نیز بدست آورد . AB (قطر پولی) را می توان یک رافعهٔ متحرک فرض کرد . تا زمانیکه پولی میچرخد بطور مداوم یک قطر جاگزین قطر قبلی می شود . اگر نظر به A مومنت دوران را بگیریم (نقطهٔ اتکا) قوه F در B و R در O خواهیم داشت زیرا چون بازوی قوهٔ عامل یعنی AB دوچند بازوی قوهٔ مقاوم OA است شکل (14-5)



شکل (14-5)

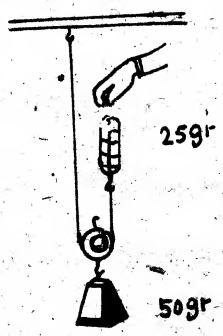
پس داریم که

$$F \times AB = R \times OA$$

$$AB = 2 \times OA$$

$$R = 2F$$

تجربه : یک وزن 50gr را به چنگک چرخ آزاد آویزان میکنیم یک انجام نخ را مطابق شکل به میخ بسته و انجام دیگر آن را از جری پولی گذشتانده و به یک ترازوی فنری وصل می کنیم و قتیکه تعادل برقرار شود ترازو قوه مساوی به 25gr را نشان میدهد که نصف قوه مقاوم است شکل (15-5)



شکل (15-5)

(5-8) فایدهٔ میخانیکی :

اگر قوهٔ عامل را به F و قوهٔ مقاوم را به R نشان دهیم نسبت $\frac{R}{F}$ را فایدهٔ میخانیکی گویند و به $M.A = \frac{R}{F}$ نشان داده می شود . فایدهٔ میخانیکی در یک چرخ متحرک مساوی به 2 است .

(5-9) تساوی کار :

در چرخ متحرک کار قوه عامل عبارت از $W = F \times L$ است چون F مساوی به $\frac{R}{2}$ است .

پس $W = \frac{R}{2} \times L$ ... I می باشد .

از طرف دیگر کار قوهٔ مقاوم $\bar{W}$ مساوی به $\bar{L} \times R = \bar{W}$ است چون $\frac{l}{2} = \bar{L}$ میباشد بناءً

$\bar{W} = R \times \frac{l}{2}$ ... II از مقایسه رابطه I و II داریم که $W = \bar{W}$ است

(5-10) ثمرهٔ ماشین Efficiency :

نسبت کار توسط قوه عامل بر کار توسط قوهٔ مقاوم را ثمره یک ماشین گویند یا به عبارهٔ دیگر نسبت کار گرفته شده از یک ماشین به کار داده شده به آن ماشین را ثمرهٔ آن میگویند .

ثمره ماشین نشان دهندهٔ کار واقعی آن ماشین است . بنابر تعریف داریم :

$$\text{ثمره} = \frac{\text{کار انجام شده توسط بار}}{\text{کار داده شده}}$$

ثمرهٔ یک ماشین همیشه از یک کوچکتر است بخاطری که یک اندازه کار توسط اصطکاک چرخ های ماشین ضایع می شود و هر قدر به یک نزدیک باشد ماشین بهتر است .

مثال : اگر کار اجرا شده توسط قوه عامل 800 Joul باشد و کار اجرا شده توسط قوهٔ مقاوم 600 Joul باشد ثمره یا ثمرهٔ ماشین $\frac{600}{800} = 0,75$ = 75 فیصد میباشد.

(5-11) نسبت سرعت : یا (VeLOCITY RATIO)

نسبت سرعت را می توانیم از فاصله های انتقال قوهٔ مقاوم و قوهٔ عامل بدست آورد بناءً نسبت سرعت = $\frac{\text{مسافت طی شده توسط قوهٔ عامل}}{\text{مسافت طی شده توسط بار (قوه مقاوم)}}$ اگر مسافه طی شده توسط F را به L و مسافه طی شده توسط R را به $\bar{L}$ نشان بدهیم پس داریم که

$\frac{L}{\bar{L}}$ = نسبت سرعت

(5-12) ثمره از جنس فایده میخانیکی ونسبت سرعت :

از تشریحات قبلی داریم که $\text{ثمره} = \frac{\text{کار انجام شده توسط بار}}{\text{کار انجام شده به وسیله قوه موثر}}$

$$\text{ثمره} = \frac{R \times L'}{F \times L} = \frac{R}{F} \div \frac{L}{L'}$$

$$\text{ثمره} = \frac{\text{فایدهٔ میخانیکی}}{\text{نسبت سرعت}}$$

درنتیجه چنین نوشته کرده می توانیم که .

۱ - نسبت سرعت همیشه از یک بزرگتر است .

۲ - فایدهٔ میخانیکی معمولاً بزرگتر از واحد است .

۳ - ثمره همیش از واحد کوچکتر است.

(5-13) سیستم چرخ های مرکب :

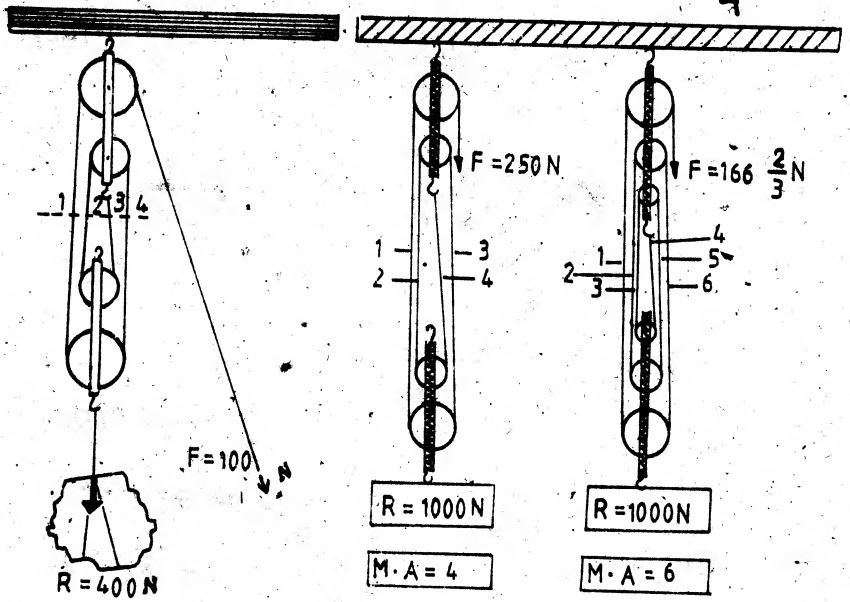
طوریکه از نام آن معلوم می شود این نوع چرخها از ترکیب چرخهای ثابت و متحرک تشکیل شده است که درذیل دو نوع آن را تشریح می کنیم .

(5-14) الف : چرخهای که دارای ریسمان واحد اند :

در این سیستم چرخها فرض میکنیم که تعداد چرخهای ثابت دو حلقه و تعداد چرخهای آزاد نیز دو حلقه باشد . در این صورت یک انجام ریسمان را به چنگک چرخ ثابت بسته کرده وقرار شکل (5-16) سیستم چرخ ها را تکمیل می کنیم . اگر وزن R توسط قوهٔ F بلند شود در این صورت وزن R بالای ریسمان های جانبی چرخها مساویانه تقسیم می شود که هریک مساوی به قوهٔ F می باشد طوری که در شکل (5-16) دیده می شود .

چون تعداد ریسمان های جانبی چهار عدد بوده بنابرآن نوشته کرده می توانیم که

$R = 4F$ و یا $F = R/4$ از جانب دیگر چون تعداد چرخهای آزاد و ثابت هم چهار است



شکل (16 - 5)

پس به صورت عموم اگر تعداد چرخ ها n باشد $R = nF$ می شود و $n = R/F$ می باشد.

(5-15) فایدهٔ میخانیکی :

در سیستم چرخهای مرکب دارای ریسمان واحد فایدهٔ میخانیکی مساوی به تعداد چرخهای آن می باشد

$$M \cdot A = \frac{R}{F} = n$$

(5-16) ثمره : با محاسبه کار توسط قوهٔ مقاوم ثمره را دریافت کرده می توانیم.

مثلاً اگر کار قوه عامل 800 Joul و کار قوه مقاوم 600 Joul باشد

$$\text{ثمره} = \frac{\text{کار انجام شده توسط قوهٔ مقاوم}}{\text{کار انجام شده توسط قوه عامل}} = \frac{600 \text{Joul}}{800 \text{Joul}} = 0,75 \text{ یا } 75\%$$

ثمرهٔ پولی ها در اینجا 75٪ بوده زیرا $1/4$ حصه انرژی توسط اصطکاک پولی ها ضایع شده.

(17-5) نسبت سرعت :

نسبت سرعت را می توان از فاصله های انتقال شده قوهٔ مقاوم و قوهٔ عامل دریافت نمود. برای انتقال قوه مقاوم به فاصله 1m هرکدام از ریسمان های 4 ، 3 ، 2 ، 1 مجبور است به اندازه یک متر کوتاه شود بنابراین انجام ریسمان که به طرف پایان کش می شود باید به اندازهٔ 4m به طرف پائین بیاید

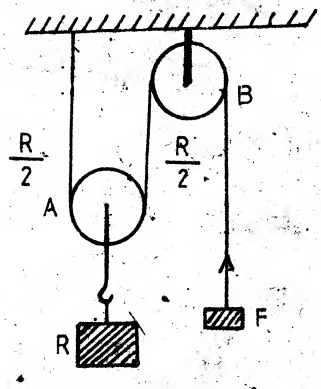
$$\text{نسبت سرعت ها} = \frac{\text{فاصله قوه عامل}}{\text{فاصله قوه مقاوم}} = \frac{4m}{1m} = 4 \quad \text{پس :}$$

نسبت سرعت های سیستم پولی ها (4) است که در عمل می توان آنرا از تعداد چرخ ها و یا تار بین چرخها دریافت نمود. همچنان شما توقع خواهید داشت که مثلاً بار 600 n را به قوه 150 N تغییر مکان دهید. اگر این کار ممکن باشد در آن صورت فایدهٔ میخانیکی سیستم عبارت از

$$\frac{\text{قوهٔ مقاوم}}{\text{قوهٔ عامل}} = \frac{600}{150} = 4$$ خواهد بود

ولی در عمل چنان نیست و قوه بیشتر برای بجا ساختن قوهٔ مقاوم به نسبت اصطکاک چرخ ها و انتقال جوره های پایان ضرورت است و در مثال فوق قوه مجموعی 200 N برای انتقال بار ضرورت است.

(18-5) ب چرخ های که دارای ریسمان های متعدد می باشند :



شکل (17-5)

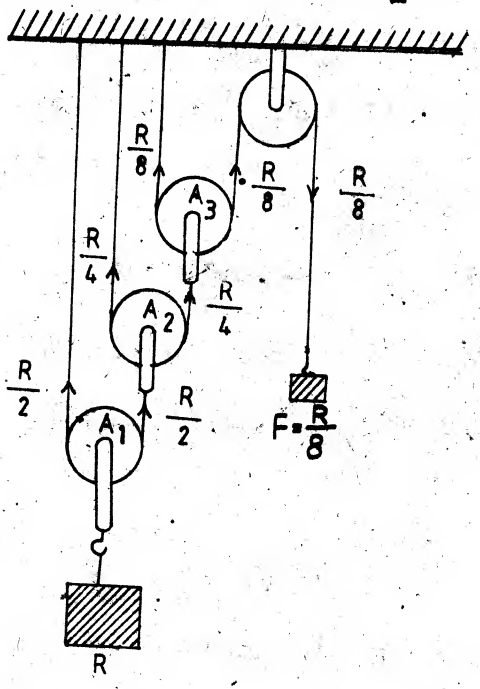
در شکل (17 — 5) مثال سادهٔ ترکیب دو پولی A و B نشان داده شده است . پولی B به یک میلهٔ ثابت محکم شده و به آن تکیه دارد ولی پولی A متحرک است . و از دور آن یک ریسمان میگذرد . که یک سر این ریسمان به میله محکم شده و از جری هر دو پولی مطابق شکل میگذرد به پولی A بار R آویزان شده است و به انتهای آزاد ریسمان پس از عبور از پولی B وزنه F که برای ایجاد

تعادل کافی است وصل شده .

$$\frac{R}{2} \quad , \quad \frac{R}{4} \quad , \quad \frac{R}{8}$$

$$\frac{R}{2} \quad , \quad \frac{R}{2^2} \quad , \quad \frac{R}{2^3}$$

بدین ترتیب قوه وارده به انتهای ریسمان که از پولی ثابت میگذرد و ایجاد تعادل میکند برابر به $\frac{R}{8}$ kg است اگر پولی متحرک چهارمی نیز موجود باشد قوه وارده برابر خواهد بود به $\frac{R}{16}$ یا $\frac{R}{(2)^4}$ بطور کلی اگر n پولی متحرک داشته باشیم قوه وارده F برابر به $\frac{R}{2^n}$ یا $R = F \times 2^n$ و فایدهٔ میخانیکی برابر به 2^n می باشد . فایدهٔ میخانیکی در این نوع چرخها مرکب قرار ذیل می باشد اگر قوه F انجام ریسمان را به اندازه L کش کند چرخ A_3 به اندازه $\frac{L}{2}$ بلند می شود و چرخ A_2 به اندازه $\frac{L}{2^2}$ و وزن که به چرخ A_1 بسته است به اندازه $\frac{L}{2^3}$ بلند خواهد شد اگر n چرخ موجود باشد در این صورت وزن به اندازه فاصله $\frac{L}{2^n}$ بلندی شود . از روی تعریف کار نوشته کرده می توانیم .



شکل (5-18)

$$R \times L = F \times L$$

$$R \times \frac{L}{2^n} = F \times L$$

$$R \times \frac{1}{2^n} = F$$

$$R = 2^n \times F \quad \text{یا} \quad \frac{R}{F} = 2^n$$

$$M \cdot A = \text{فایده میخانیکی} = \frac{\text{قوه مقاوم}}{\text{قوه عامل}} = \frac{R}{F} = 2^n$$

مثال : یک سیستم چرخهای مرکب دارای یک ریسمان بوده و شامل هفت چرخ ثابت و آزاد می باشد اگر $560kg_f$ به ارتفاع 3 m بلند شود . الف - مقدار قوه عامل چقدر است؟ ب - انجام آزاد ریسمان چه اندازه کش می شود؟ ج - فایدهٔ میخانیکی این دستگاه چقدر است؟

حل - الف

$R = 560kg_f$

$L = 3m$

$n = 7$

$$F = \frac{R}{n} = \frac{560kg_f}{7} = 80kg_f$$

ب - چون وزن به اندازه 3 m بلند شده است پس انجام آزاد ریسمان به اندازه 21 m کش می شود زیرا

$$\frac{L}{l} = n \Rightarrow L = n \cdot l = 7 \cdot 3 = 21m$$

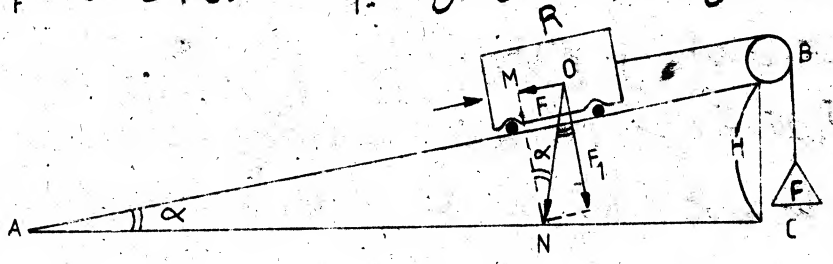
ج - فایده میخانیکی از رابطه $M.A = \frac{R}{F} = \frac{L}{l}$ حاصل می شود پس فایدهٔ میخانیکی (7) می باشد .

$$M.A = \frac{R}{F} \Rightarrow M.A = \frac{560kg_f}{80kg_f} = 7$$

مسایل : سوالات شماره 13، 14، 28 و 29 گروپ سوم را حل کنید.

(5-19) سطح مایل :

سطح مایل سطحی است که با سطح افقی زاویه کوچکتر از 90° و بزرگتر از صفر بسازد یک موتر کوچک را مطابق شکل (5-19) روی سطح مایل میگذاریم و بالای آن اوزان $100gr_f$ و $200gr_f$



شکل (5-19)

وغیره را میگذاریم اگر موتر را رها کنیم به طرف دامنه سطح مایل حرکت میکند برای توقف موتر اوزان مختلف را به انجام C تاریکه به موتر وصل است میآویزیم تا آن را در تعادل بیآورد . اگر این اوزان را به وزن موتر و اوزان که بالای آن گذاشته شده مقایسه کنیم مشاهده می شود که این اوزان F از

وزن مجموعی موتر ک و اوزان که بالای آن گذاشته شده است (R) خورد تر است یعنی F<R
می باشد نظر به مثلث قایم الزاویه NOM که در شکل دیده می شود میتوان نوشت $\sin\alpha = \frac{OM}{ON}$
چون OM = F و ON = R است بناءً $\sin\alpha = \frac{F}{R}$ یا F=R . Sin∝ ... I

مناقشه : درفورمول I دیده می شود که .

۱ - اگر $\alpha = Ct$ باشد در آن صورت R ~ F است یعنی هرقدر R بزرگ یا کوچک شود F نیز متناسب آن بزرگ و یا کوچک می شود .

۲ - اگر R (وزن که بالای سطح مایل گذاشته شده) ثابت باشد در آن صورت ∝ ~ F می باشد یعنی به هر اندازه که ∝ کوچک یا بزرگ شود F نیز به همان نسبت کوچک یا بزرگ می شود .

(5-20) تساوی کار :

در سطح مایل فرض کنیم که جسمی به وزن R kg روی سطح مایل قرار گرفته که سطح آن کاملاً صیقلی است وزن R جسم را قرار شکل (19 -5) بدو مرکبه عمودی و افقی تجزیه میکنیم قوه F_1 توسط عکس العمل سطح خنثی می شود صرف F قوهٔ عامل بوده که باعث حرکت جسم بطرف دامنه سطح می شود . اگر L = AB و h = BC باشد از تشابه دو مثلث ABC و MON نتیجه میشود که $\frac{BC}{AB} = \frac{OM}{ON}$ یا $\frac{h}{L} = \frac{F}{R}$ کار یکه درطول سطح مائل اجرا شده W=F.L است و کار یکه در ارتفاع سطح مایل اجرا شده عبارت از W'=Rxh می باشد نظر به قانون تساوی کار ـ

Rxh = FxL ... I یعنی W = W' از رابطه I میتوان مقدار قوه عامل را چنین محاسبه کرد $F = \frac{h}{L} . R$ و نسبت $\frac{h}{L}$ را که مساوی به سایین زاویه (∝) است میل سطح مایل می نامند پس اگر عوض $\frac{h}{L}$ را که $\sin\alpha$ است در رابطه بالا بگذاریم پس داریم که $F = R \times \sin\alpha$

(5-21) چرخ چاه و محور :

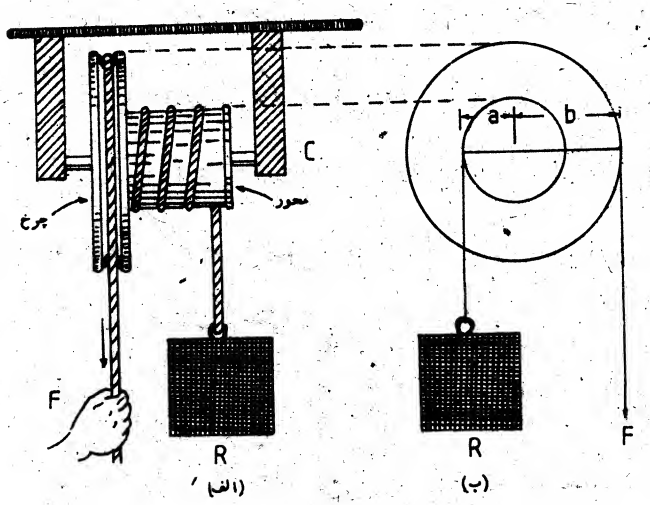
چرخ چاه و محور نیز نوع ماشین ساده است که از یک چرخ بزرگ و چرخ کوچک (محور) متصل به هم تشکیل شده شکل (20 - 5) را در نظر بگیرید در شکل تنابی را می بینید که به چرخ بزرگ بسته و به دور آن پیچیده شده است وقتی این تناب توسط قوهٔ موثر F کشش شود چرخ بزرگ می چرخد و چرخ کوچک (محور) را نیز با خود می چرخاند که این چرخ به نوبهٔ خود تناب دیگری را که حامل بار R است به دور خود می پیچاند و بار را بالا میکند بناءً قوه کوچک F که به چرخ بزرگ وارد می گردد بار بزرگ R را بالا میکند لذا فایده میخانیکی آن برابر به $M \cdot A = \frac{R}{F}$ است . اگر شعاع چرخ بزرگ را b و شعاع چرخ کوچک را به a نشان دهیم این دو شعاع درحقیقت بالترتیب بازوهای قوه عامل و قوه مقاوم یک رافعه هستند . مومنت قوه عامل نظر به تکیه گاه C یعنی F . b و مومنت قوه مقاوم نظر به تکیه گاه C یعنی R . a است . در حالت تعادل این مومنت ها باهم برابراند .

یعنی : $F \times b = R \times a$

$$\frac{R}{F} = \frac{b}{a}$$

پس میتوانیم فایده میخانیکی را از رابطه فوق دریافت کنیم یعنی فایدهٔ میخانیکی چرخ و محور برابر به نسبت شعاع چرخ به شعاع محور است یعنی :

$$M \cdot A = \frac{b}{a} = \frac{R}{F}$$



شکل (20 - 5)

در یک گردش کامل :

(محیط دایرهٔ بزرگ) $2\pi b$ = مسافه طی شده توسط F .

(محیط دایره کوچک) $2\pi a$ = مسافه طی شده توسط R .

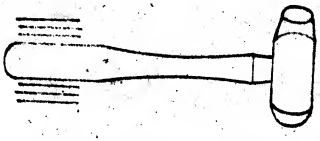
نسبت سرعت = $\frac{2\pi b}{2\pi a} = \frac{b}{a}$

مثلاً اگر شعاع چرخ 25 cm و شعاع محور 5 cm باشد فایدهٔ میخانیکی ماشین

$M.A = \frac{25}{5} = 5$ است .

(5-22) فانه :

این ماشین از دو سطح مایل طوری ساخته شده که قاعده های شان باهم یکجای باشد مثال های فانه عبارت



است از تیغه چاقو ، تیغ تبر ، تیشه و دیگر آلات برنده (سنجاق ، سوزن

و میخ) فایده میخانیکی فانه مربوط نسبت طول فانه بر ضخامت اش

می باشد فایدهٔ میخانیکی یک فانه باریک و دراز نظر به یک فانه کوتا

و ضخیم زیاد می باشد مانند شکل (21 - 5)

شکل (21 - 5)

(5-23) پیچ :

پیچ نیز به اساس سطح مایل شناخته شده هرگاه رشته های پیچ باز

گردد دیده خواهد شد که شکل آن مانند شکل (22 - 5) یک سطح

مایل است . که این مطلب با مثال روشن میشود . یک قطعه کاغذ را مطابق شکل ذیل بصورت مثلث قایم الزاویه

ببرید این کاغذ نمایش نمای یک سطح جانبی یک سطح مایل را میدهد . این کاغذ را حول یک استوانه

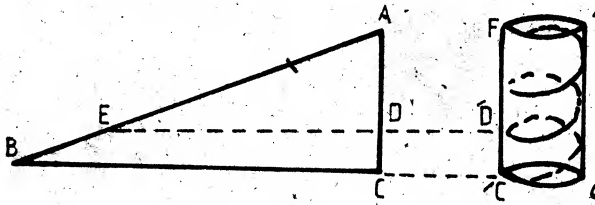
مناسب مثلاً یک استوانه

شیشه ای بپیچانید دیده

خواهد شد که تیغه AB تشکیل

یک منحنی مارپیچ را حول

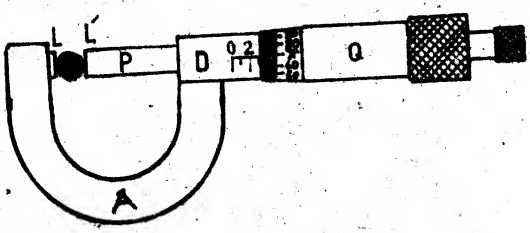
استوانه مانند یک پیچ واقعی میدهد .



شکل (22 - 5)

فاصله بین دو نقط مانند C و D جائیکه مارپیچ خط CF را که موازی محور استوانه است قطع

ملی متر را دارد ساخته شده. این پیچ در یک بازوی ساختمان لما مانند به گام ۱. $\frac{1}{2}$ و یا $\frac{1}{4}$ ملی متر این طرف و آن طرف حرکت نموده میتواند و این حرکت از دور دادن استوانه Q بوجود میآید بالای دسته میکرومتر تقسیمات ملی متری ثبت گردیده. محیط استوانه Q به پنجاه و یا صد قسمت مساوی تقسیم شده است یک دور مکمل استوانه Q پیچ P را به اندازه (۱) یا $\frac{1}{2}$ ملی متر در بازوی D داخل

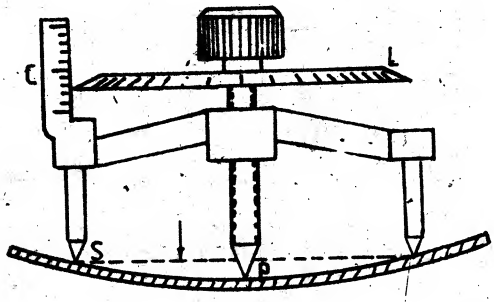


شکل (3-1)

و یا خارج می سازد. برای اندازه گیری یک جسم آنرا بین لما و لَما قرار می دهند و پیچ P را تا حدی پیچ خانند که جسم بین لما و لَما محکم قرار بگیرد. فاصله لما و لَما از روی تقسیمات ملی متر و یا نیم ملی متری دسته و درجه بندی استوانه Q حاصل می شود مثلاً در شکل (3-1) درجه بندی پیچ P ۱ اضافه تر از سه ملی متر است. بدین معنی که قطر گلوله اضافه از سه ملی متری باشد قسمت اعشاری را در درجه بندی استوانه Q میخوانیم دیده می شود که. نقطه صفری پیچ P به امتداد درجه 70 استوانه Q قرار دارد لذا قطر گلوله 3,70 mm می باشد.

b) سفیرومتر (Sphaerometre):

این آله برای اندازه گیری انحنا یک سطح کروی بکار میرود. این آله از یک سه پایه متساوی الاضلاع (S) و یک میله پیچی (P) که به انجام آن یک لوحه مدرج ما نصب شده و در مقابل این لوحه مدرج یک خطکش ملی متری C قرار دارد تشکیل شده است مانند شکل (4-1)، یک گام میله پیچی P لوحه ما را مقابل خطکش



شکل (4-1)

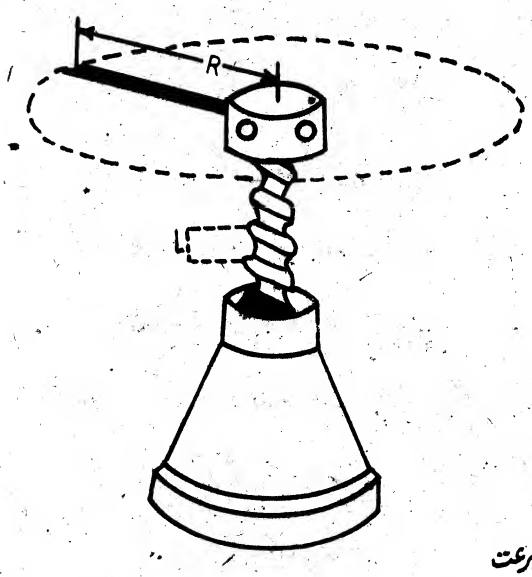
میکند بنام گام پیچ یاد می شود وقتیکه پیچ یک دور کامل بچرخد کار انجام شده برای خنثی کردن مقاومت یا بالا بردن یک وزنه مانند جک پیچی برابر است با کار قوهٔ موثر در طول مسیر عمودی CD یا در طول متراوف BE برسطح مایل .

(24-5) جک پیچی :

در جک پیچی اساس پیچ مورد استفاده قرار گرفته است همانطوریکه در فوق بیان شد برای بالابردن وزن های سنگین بکار میرود . جک معمولی موتر دارای یک قاعدهٔ بزرگ و ثابت بوده که پیچ استوانه ئی شکل در آن قرار دارد در قسمت سر پیچ یک تعداد سراخ ها وجود دارد که در آن یک میله محکم و مناسب برای دور دادن پیچ جاگرفته میتواند قوهٔ موثر معمولاً به انتهای میله وارد می شود یک گردش کامل دسته موجب بالا رفتن بار به اندازه گام پیچ می شود مثلاً اگر دسته برابر 12 cm باشد و گام پیچ به اندازه $\frac{1}{2}$ cm باشد در آن صورت مسافه که در طول آن قوهٔ موثر عمل میکند عبارت است از $2\pi R$

$2\pi \cdot 12$ cm = مسافه طی شده که در آن قوه عمل میکند

$= 24\pi$ cm



R شعاع دایره است که از اثر گردش دسته به وجود میآید یا به عباره دیگر طول دسته می باشد .

$\frac{1}{2}$ cm = مسافه طی شده که در آن بار بالا میرود

همچنان نسبت سرعت عبارت است از

$$\text{نسبت سرعت} = \frac{2\pi \times 12}{\frac{1}{2}} = 24 \times 2 \times \pi = 150$$

فایدهٔ میخانیکی نیز زیاد است زیرا با ازدیاد طول دسته وکوچک گرفتن گام پیچ (ها) وزن های بسیار بزرگی را می توان با بکاربردن قوهٔ نسبتاً کم بالا برد .

$$M.A = \frac{2\pi R}{L}$$

تمرینات فصل پنجم

گروپ اول : سوالات تکمیلی ذیل را با کلمات مناسب تکمیل نمائید.

۱- پولی ثابت برای عوض کردن ( ) بکار میرود.

۲- درچرخ های ثابت چون ۲ = ۱ = L است پس فایده میخانیکی آن ( ) میباشد.

۳- نسبت کار توسط قوهٔ عامل برکار توسط قوه مقاوم را ( ) ماشین گویند.

۴- فایدهٔ میخانیکی یک ماشین معمولاً ( ) از واحد است.

۵- سطح مایل سطحی است که به سطح افقی زاویه کوچکتر از ( ) و بزرگتر از ( ) تشکیل دهد.

۶- پیچ به اساس سطح ( ) شناخته شده.

۷- چرخ متحرک، چرخی راگویند که با وزن ( ) حرکت میکند.

گروپ دوم : به سوالات ذیل چهار جواب داده شده جواب صحیح را دریافت نمائید.

۱- فایدهٔ میخانیکی چرخ آزاد عبارت است از

a- ۱ b- ۲ c- ۳ d- $\frac{1}{2}$.

۲- ثمرهٔ یک ماشین برای همیش

a- از واحد کوچکتر است. b - از واحد بزرگتر است.

b- مساوی به واحد است. d - هیچکدام.

۳- نسبت سرعت یک ماشین همیشه.

a- از یک کوچکتر است. b - از یک خوردتر است. c - برابر به یک است.

d - هیچ کدام.

۴- فایدهٔ میخانیکی یک ماشین توسط رابطهٔ ذیل بدست میآید.

a- $\frac{R}{F}$ b- $\frac{R}{2}$ c- $\frac{R}{n}$ d- 2^n

۵- درسیستم چرخهای مرکب که دارای ریسمان واحد باشند فایده میخانیکی آن مربوط است

a - تعداد چرخها . b - تعداد چرخهای آزاد . c - تعداد چرخ های ثابت

d - هیچ کدام .

۶- درسیستم چرخهای مرکب دارای ریسمان واحد اگر تعداد چرخ ها 6 عدد باشد فایدهٔ میخانیکی آن عبارت است از :

a - 3 b - 2 c - 6 d - 4

۷- در یک سیستم چرخهای مرکب دارای چندین ریسمان اگر تعداد چرخهای متحرک 10 عدد باشد فایدهٔ میخانیکی آن عبارت است از .

a - 2^n b - 2^{10} c - 2^5 d - 2^{2n}

۸- اگر شعاع چرخ 50cm و شعاع محور 10cm باشد فایدهٔ میخانیکی آن مساوی است به

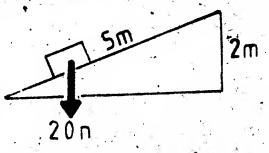
a - 5 b - 10 c - 25 d - 8

۹- فایدهٔ میخانیکی یک جک پیچی توسط رابطهٔ ذیل بدست میآید .

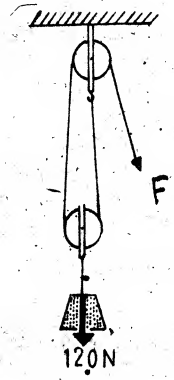
a - $\frac{2\pi R}{L}$ b - $\frac{\pi R}{L}$ c - $\frac{R}{L}$ d - $\frac{\pi}{L}$

سوالات گروپ سوم : سوالات عبارتی .

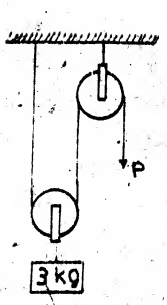
۱- شکل ذیل را در نظرگرفته میل سطح مایل را بدست آرید .



۲- با درنظر داشت شکل قوهٔ عامل و فایدهٔ میخانیکی را دریافت کنید .



۳- شکل مقابل در نظر گرفته
P و فایدهٔ میخانیکی را بدست آرید .



۴- وزن مساوی به $20\,kg_f$ را در یک یک چرخ ثابت و یک چرخ آزاد بلند می کنیم برای برقراری تعادل قوه را که عمل میکند دریافت کنید .

۵- بایسکل سواری که با بایسکل خود $80\,kg_f$ وزن دارد به سرکی که نشیب آن 8% است بالا می شود اگر خطی را که میلان اعظمی دارد تعقیب کند قوهٔ کشش چند خواهد بود .

۶- شعاع دستهٔ چاه $60\,cm$ و قطر استوانه که بدور آن ریسمان دور میخورد $12\,cm$ میباشد یک نفر در یک دقیقه ده دور میدهد و یک وزن $100\,kg_f$ را بالا میکند قوهٔ نفر را دریافت نموده و توان نفر را حساب کنید .

۷- یک پیچ دارای سه جری در هر $2,5\,cm$ میباشد و قوهٔ موثر بر انتهای ریشته ای به طول $3\,cm$ وارد می شود چه مقدار قوهٔ باید برای بالا بردن $224\,kg_f$ وارد گردد در صورتیکه ثمرهٔ 25 درصد باشد .

۸- توسط یک ماشین بار $160\,kg_f$ بوسیلهٔ قوهٔ $28\,kg_f$ بالا کشیده می شود ضریب سرعت برابر به 8 است ثمرهٔ آن را درصد حساب کنید .

۹- در یک ماشین بار $80\,kg_f$ توسط قوهٔ موثر $20\,kg_f$ که در طول مسافهٔ $10\,m$ عمل میکند به حرکت در میآید بار در طول مسافهٔ $3\,m$ حرکت می نماید در اینصورت فایده میخانیکی و ثمره را درصد حساب کنید .

۱۰- شخصی جسمی را که $350\,kg_f$ وزن دارد بروی سطح مایل که $4\,m$ طول دارد به ارتفاع

3m بلند میکند قوهٔ میخانیکی و قوهٔ محرکه را دریافت کنید.

۱۱- شعاع دستهٔ چرخ چاه 120 cm و شعاع استوانه آن 12cm میباشد میخواهیم وزن 40 kg را از چاه خارج سازیم اولاً مقدار قوه را که نفر به دسته وارد میکند، ثانیاً اگر برای خروج وزنه طناب 12 دور بدور استوانه بچرخد کار نفر را دریافت کنید. ثالثاً اگر این کار در مدت یک دقیقه و 20 ثانیه انجام گیرد توان نفر را بدست آرید.

۱۲- در یک دستگاه دو چرخ ثابت و سه چرخ آزاد وصل است و توسط آن 7500 kg بلند میشود مقدار قوهٔ عامل را حساب کنید.

۱۳- در یک سیستم چرخهای مرکب تعداد سه عدد ریسمان بکار رفته طوریکه هریک از این ریسمان ها از روی یک چرخ آزاد عبور میکند اگر وزن P را که بچنگک چرخ تحتانی آویزان شده توسط قوهٔ 30kg بلند کند مقدار وزن P چقدر است.

۱۴- طول سطح مایل 25m و ارتفاع آن 2m است، چقدر قوه ضرورت است تا 400kg بار را معهٔ کراچی 100kg بطرف بالا کش کند درصورتیکه ثمره ٪90 باشد.

a - نسبت سرعت را دریابید

b - فایدهٔ میخانیکی را دریافت نمائید.

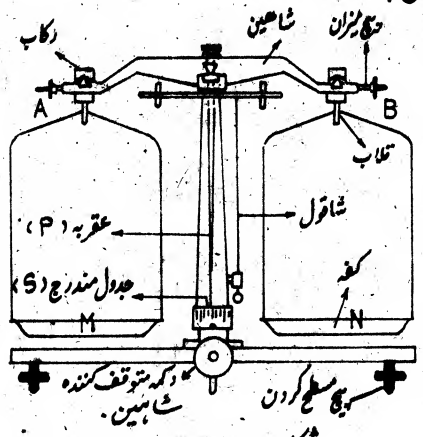
۱۵- گام مپیچ یک جک پیچی 5mm و طول دستهٔ آن 60 cm است اگر قوه 50N برای بلند کردن 700 kg کتله ضرورت باشد ثمرهٔ جک را بدست آرید.

فصل ششم

(ترازو)

(6—1) مقدمه :

وزن اجسام را میتوان توسط ترازوی فنری اندازه کرد. بدیهی است این آلت نمی توانیم وزن یک جسم را به سهولت و سرعت اندازه نمود. اما کتلهٔ اجسام توسط ترازوی دو پلهٔ (شاهین دار) حساس و معمولی اندازه میگردد. توسط ترازو حساس در لابراتوار ها محاسبه درست و دقیق شده میتواند و با بعضی ازاین ترازوها ممکن $\frac{1}{1000}$ گرام را نیز اندازه کرد. ترازوی حساس ترازوی است که به خواندن درجه بندی آن وقت زیاد ضرورت است اما ترازوهائیکه تقسیمات آن به (cg) سانتی گرام ترتیب شده است به آسانی خوانده می شود و $\frac{1}{100}$ حصه گرام را نشان میدهد.



شکل (1 — 6)

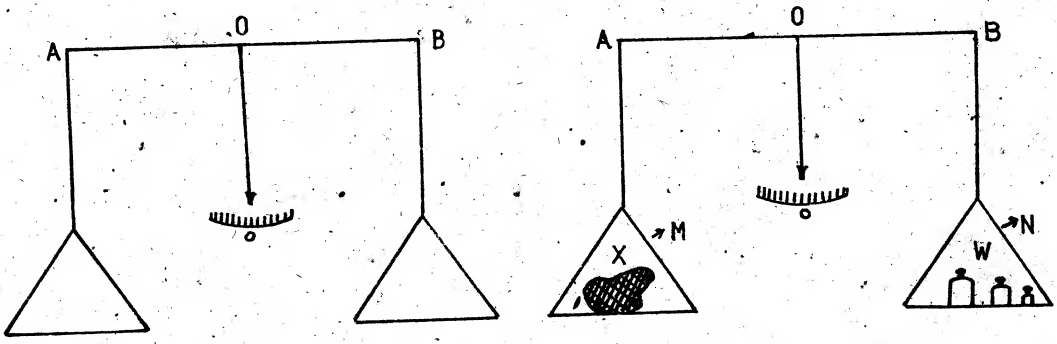
هر ترازوی شاهین دار از یک شاهین و دو کفه تشکیل شده درشکل (1 — 6) AB شاهین M و N کفه های ترازو می باشد. شاهین از دو بازوی مساوی ساخته شده که در وسط روی یک تیغه که از جسم سخت ساخته شده قرار دارد و در دو انجام A و B شاهین پیچ های میزان کننده نصب شده و در وسط شاهین عقربه نسبتاً طویلی P نصب است. که در مقابل قوس درجه دار S قرار دارد. در حالت تعادل ترازو نوک عقربه مقابل عدد صفر درجه بندی (S) قرار میگیرد.

فرض کنیم که جسمی مثلاً بوره را در یک کفه و در کفه دیگر آنقدر وزن را میگذاریم تا تعادل برقرار شود

آزمایش نشان میدهد که اگر جسم را موترازو به هر جای نقل دهیم تعادل به حال خود باقی می ماند یگانه طریقه ایکه میتواند تعادل را برهم زند این است که مقدار اجسام را تغیر دهیم .

(6-2) توزین ساده :

درصورتیکه کفه های ترازو نهی باشند شاهین ترازو افقی و عقربه بدرجه صفر قوس درجه دار قرار میگیرد برای توزین یک جسم آنرا درکفه M گذاشته تعادل را توسط اوزان معلوم که درکفه N میگذاریم برقراری کنیم ، توازن زمانی برقرار می شود که عقربه دوباره به صفر استاد شود اگر X وزن جسم و W مجموع اوزان معلوم باشد درهنگام تعادل مومنت های W و X نظر به نقطه O مساوی



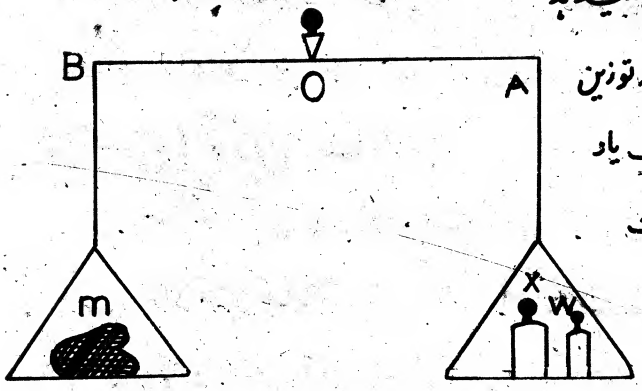
شکل (6-2)

می باشد شکل (6-2) پس شرط تعادل شاهین از این قرار است چون بازو های شاهین متناظرست لذا $X \cdot OA = W \cdot OB$ می باشد درنتیجه $X = W$ می شود. یعنی وزن جسم مساوی به مجموع اوزان معلوم است که در کفه دیگر گذاشته شده اند این طریقهٔ توزین ساده است که آسان وساده بوده و به زودی اجرا می شود اما برای اینکه صحیح باشد تساوی OA و OB حتمی است

(6-3) توزین مضاعف :

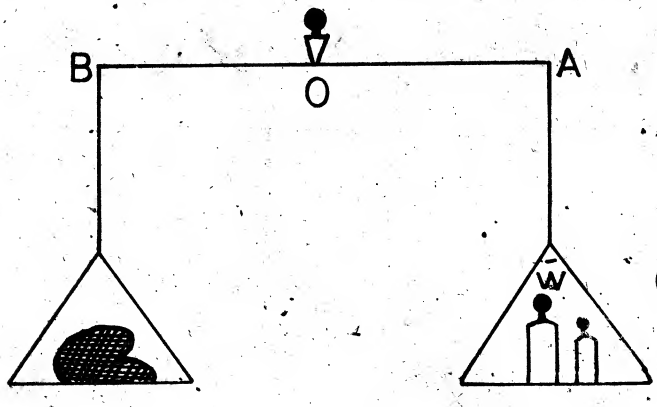
یک جسم به کتله (m) که مطابق شکل (6-3) دریکی از کفه ها جسم به کتله (X) را درکفهٔ دیگری گذاشته وپهلوی آن کتله مانند W را قرار میدهیم تا تعادل برقرار شود حالا اجسام به کتله W را برداشته بجای آن ها کتله مانند W را میگذاریم تا دوباره تعادل برقرار شود واضح است که ـ

($\acute{W} - W$) کتله صحیح جسم x را نشان میدهد .



در این عمل چون دو دفعه بایک کفه توزین صورت گرفته بناءً بنام توزین مضاعف یاد میگردد . در این صورت اگر ترازو درست هم نباشد کتله صحیح جسم معلوم میشود .

لذا $(W + X) \cdot OA = m \cdot OB$ ... I



چون $W + X = \acute{W}$

$\acute{W} \cdot OA = m \cdot OB$ ... II

از مقایسه رابطه I و II داریم که

$(W+X) \cdot OA = \acute{W} \cdot OA$

$W + X = \acute{W}$

$X = \acute{W} - W$

شکل (3 - 6)

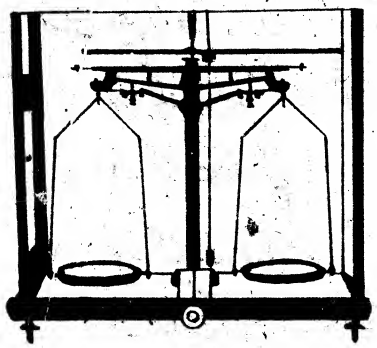
(6-4) حساسیت ترازو :

یک جسم کوچکی به کتله 1gr را در یک کفه ترازوی معمولی مثلاً قفان و ترازوی لابراتواری میگذاریم ترازوی لابراتوار از تعادل خارج می شود اما قفان هیچ حرکت نمیکند . بناءً میگوییم که ترازوی لابراتوار نسبت به قفان حساستر است اگر گفته شود که ترازو تا یک ملی گرام حساس است چنین معنی میدهد که کتله 1mgr آنرا از تعادل خارج می سازد .

(6-5) شرایط حساسیت :

در یک ترازو هر قدر شاهین و عقربه طویل و کتله آن سبک باشد به همان اندازه حساس میباشد برای اینکه یک ترازو خوب حساس باشد آن را طوری می سازند که فاصلهٔ مرکز ثقل شاهین تا وسط

تیغهٔ کارد به حد اقل خود برسد. شکل (6 – 4a) یک ترازوی حساس را که تا $\frac{1}{10}$ ملی گرام حساس است نشان میدهد.



شکل (6 – 4a)

توزین یک کتله 100 گرام به تقریب $\frac{1}{10}$ ملی گرام به خطای $\frac{1}{1000,000}$ مطابقت میکند. چون

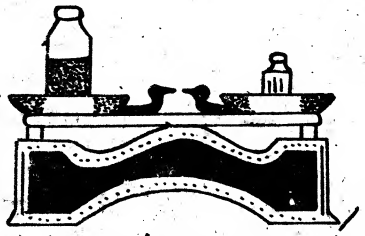
$100gr = 100\,000\ mgr$ است لذا داریم که

$$\frac{\frac{1}{10}}{100\,000} = \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{100000} = \frac{1}{1000\,000} = \frac{1}{10^6}$$

همچنان خطای نسبی در اندازه گیری یک کتله 20 گرامی برابر به $\frac{1}{2 \cdot 10^5}$ است.

$$\frac{\frac{1}{10}}{20000} = \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{20\,000} = \frac{1}{200\,000} = \frac{1}{2 \cdot 10^5}$$

معمولاً برای توزین اجسام در مغازه ها بیشتر از ترازوی بنام ادبروال (ترازوی سرعتی) استفاده می کنند سرعت عمل این ترازو زیاد ولی دقت آن کم است مانند شکل (6 – 4b)

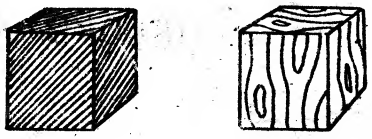


شکل (6 – 4b)

مسایل سوالات 1، 2 گروپ سی تمرین را حل کنید.

(6 – 6) کثافت :

اجسام مختلف در صورتیکه کتله های شان یکسان باشد حجم های شان ازهم فرق دارد. شکل (6 – 5) کنده از آهن و چوب را نشان میدهد که دارای حجم مساوی اند اگر هردو کنده را بطور جداگانه وزن کنیم دریافت خواهیم کرد که وزن کنده آهن نسبت به چوب بیشتر است. لذا گفته می توانیم که آهن نسبت به چوب کثافت بیشتر دارد. عکس این موضوع نیز درست است که حجم 1kg چوب نسبت 1kg آهن زیاد است بناءً سنگینی اجسام را از نگاه کثافت شان مقایسه می کنند.



شکل (6 – 5)

کثافت یک جسم عبارت از کتله فی واحد حجم همان جسم می باشد. یعنی برای دریافت کثافت یک جسم

به یکتله جسم را به حجم آن تقسیم کرد (کتله / حجم = کثافت) اگر کثافت را به ρ (Rho) کتله را به m و حجم را به V نشان دهیم کثافت توسط فورمول ذیل بدست می آید. $\rho = \frac{m}{V}$

در فزیک دو قسم کثافت را می شناسند.

۱ـ کثافت کتلوی جسم

۲ـ کثافت وزنی جسم.

۱ـ کثافت کتلوی از رابطه کتله جسم / حجم جسم = کثافت کتلوی جسم

اگر کتله به m حجم به V و کثافت به ρ_m نشان داده شود داریم که $\rho_m = \frac{m}{V}$ ... I

2ـ کثافت وزنی جسم از رابطه وزن جسم / حجم جسم = کثافت جسم

اگر وزن به W کثافت به ρ_w و حجم به V نشان داده شود داریم که $\rho_w = \frac{W}{V}$ II

چون $W = m \cdot g$ است بناءً ارتباط بین ρ_m و ρ_w از رابطه ذیل حاصل می شود:

$$\rho_w = \frac{W}{V}$$

در رابطه فوق عوض W قیمت آنرا میگذاریم $\rho_w = \frac{m \times g}{V} = \frac{m}{V} \cdot g$

چون $\rho_m = \frac{m}{V}$ است بناءً $\rho_w = \rho_m \cdot g$ و g عبارت از تعجیل زمین است.

درصورت شناخت کتله و حجم یک جسم می توان کثافت آن را تعین کرد. بطور مثال کثافت نفت را که کتله 1600kg و حجم آن $2m^3$ است طور ذیل دریافت میکنیم.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1600kg}{2m^3} = 800\,kg/m^3$$

در موضوع کثافت باید دو نقطه مهم را در نظر داشت.

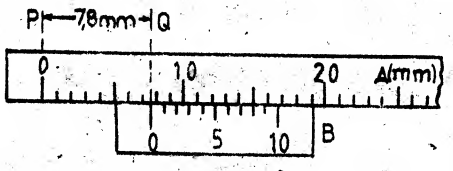
الف ـ کثافت یک جسم وزن آن جسم را تعین نمیکند.

ب ـ وقتی که قیمت عددی کثافت یک جسم را حاصل میکنید باید واحد آن را در سیستم مربوط آن در نظر گرفت در غیر آن کثافت مفهوم ندارد.

c به اندازهٔ نیم و یا یک ملی متر بلند یا پائین می برد . برای اندازه گرفتن یک سطح ابتدا سفیرومتر را روی مستوی مثلاً آئینهٔ مستوی قرار میدهیم و میله P را پیچ خانیم تا نوک آن روی سطح مستوی قرار گیرد . در این صورت تقسیمات خط کش و لوحهٔ دایروی را که مقابل هم قرار دارند میخوانیم این محل نقطهٔ اصفری را تعین میکنند . هرگاه سفیرومتر کاملاً درست باشد روی خط کش مدرج و لوحه دایروی مدرج اعداد صفری شان مقابل همدیگر قرار میگیرند لاکن معمولاً هنگام که نوک های سه پایه S و نوک میلهٔ پیچی P روی سطح مستوی قرارگیرند . صفر لوحه ما و صفر خط کش مدرج C با درجه های مختلف قرار می گیرند . اکنون اگر سفیرومتر را روی یک سطح کروی قرار بدهیم بایست میلهٔ پیچی را در جهت مناسب بچرخانیم تا نوک میله پیچی روی سطح کروی تماس حاصل کند . از روی اختلاف اعداد که اکنون از روی خط کش و لوحهٔ دایروی میخوانیم و عدد که نقطه صفری را تعین نموده بود . ، ارتفاع سطح کروی را دریافت می توانیم .

C) ورنیر کالیپر (Vernier- Calipers) :

آله ایست که برای اندازه گیری ضخامت (طول جسام) و یا قطر داخلی و خارجی نل ها استعمال می شود و از دو شاخه قرار شکل (6 – 1) تشکیل شده که یکی از شاخه ها میتواند روی دسته مدرج شاخه دیگر بلغزد .



شکل (5 – 1)

ورنیر کالیپر از دو قسمت متحرک vernier و قسمت ثابت caliper متشکل شده است . در شکل (5 – 1) ورنیر را از نظر میگذرانیم که در آن خط کش بزرگ A به ملی متر تقسیمات شده است خط کش کوچک B برای خواندن طول های کوچکتر از ملی متر مثلاً تا $\frac{1}{10}$ ملی متر بکار میرود برای این منظور طول برابر 9 mm روی خط کش B را به ده حصهٔ مساوی تقسیم نموده اند بناءً هر درجه ورنیر B به اندازه $\frac{1}{10}$ ملی متر از هر درجه روی خط کش A کوچکتر است .

مقدمه

الحمد لله رب العلمین والصلوة والسلام علی قائد المجاهدین والمهاجرین محمّد وعلی اله وصحبه اجمعین

در شرایط کنونی که خاک افغانستان تحت تجاوز مستقیم و بی رحمانه دشمنان عالم اسلام و بشریت (روس های) خونخوار قرار دارد و به اثر بمبارد مان و اشکال مختلف هزاران قریه و ده را به ویرانه تبدیل نموده . شهید کردن پیر مردان ، زنان و اطفال به شدت ادامه داشته وحتی حیوانات ونباتات رانیز به هلاکت رسانیدند .

مسلمانان افغانستان برای اینکه بتوانند از این ورطهٔ هلاکت نجات یابند واسیر ظلم و استبداد طاغوتی خونخواران کرملین نشوند وهم طوریکه لازم است ازدین اسلام ووطن خویش دفاع نمایند مطابق حکم خداوند (ج) ، به هجرت آغاز نمودند . از جمله اثرات سوء ای که درنتیجه تجاوز روس گذاشته شده یکی هم این است که اطفال معصوم مسلمانان از فیض علم ، تعلیم وتربیه بی بهره ماندند اما به یاری خداوند متعال و به اثر سعی وکوشش تنظیم های جهادی و افراد مؤمن بخاطر اعلای کلمة الله ، تداوم جهاد و زنده نگهداشتن جهاد در قسمت تعلیم وتربیه اولاد مجاهدین ومهاجرین سعی وکوشش همه جانبه بعمل آمد تا اطفال به نیروی ایمان مجهز گردیده واز تعلیم وتربیهٔ سالم اسلامی که یگانه راه نجات بشریت ازورطه هلاکت وبربریت است برخوردارشوند. ودر آبادی تمام ساحات زندگی افغانستان ویران شده مصدر خدمات ارزنده وشایانی گردند، چون تهیه مواد درسی درتعلیم وتربیه وبهبود تدریس ، ارتقاء سویهٔ تعلیمی شاگردان رول مهم داشته واهمیت بسزای دارد. بناءً کتاب درسی فزیک صنف دهم یک قدم کوچک درقسمت تعلیم وتربیه اولاد مجاهدین ومهاجرین میباشد . در نوشته این کتاب از مواد محیطی ساده استفاده شده وحتی الامکان سعی شده تا موضوعات برای شاگردان عزیز قابل فهم باشند .

از خوانندگان محترم وگرامی آرزومندم که بعد از مطالعه این کتاب اشتباهات وغلطی ها را از روی همکاری ارسال نموده تا در مورد تصحیح آن اقدام بعمل آید و هم چنان هر نوع انتقاد که جنبه اصلاحی داشته پذیرفته میشود.

در آخر از همکاری و رهنمائی محترم محمد هاشم «شهیدی» استاد فزیک مرکز انکشافی تعلیم و تربیه آی، آر، سی و همچنان از محترم محمد رحمن «رحیمی» محترم سید محمد معلمین فزیک لیسه تجربوی آی، آر، سی محترم انجنیر محمد سردار معلم فزیک لیسهٔ سید جمال الدین افغان، محترم محمد کبیر معلم فزیک لیسهٔ کمشنری در ناصر باغ که در اصلاح این کتاب بمن همکاری نموده اظهار امتنان می نمایم. هکذا از محترم غلام سخی «احمدزی» که در خطاطی و محترم عبد الله که در رسامی آن سعی و کوشش نموده اند تشکر می نمایم. و سلام

ومن الله التوفیق

به امید پیروزی انقلاب اسلامی در افغانستان.

عبد الرشید

فهرست

عنوان	صفحه
فصل اول : اندازه گیری و اهمیت آن .	
اندازه گیری و اهمیت آن .	
طریق اندازه گیری یک کمیت .	
سیستم واحدات بین المللی .	۱
واحدات اصلی و فرعی .	۲
سیستم متریک	۳
متر .	۴
کیلوگرام :	۴
ثانیه .	۶
آلات اندازه گیری .	۶
میکرومتر .	۷
سفیرومتر .	۷
ورنیر کالیپر	۸
کتله ووزن	۹
تمرینات فصل اول	۱۰
فصل دوم . سکالر و وکتور .	۱۲
سکالر	۱۵

عنوان	
نمایش وکتور .	۱۵
وکتورهای موازی .	۱۶
وکتورهای مساوی .	۱۶
وکتور منتقل .	۱۷
مجموع دو وکتور .	۱۷
مجموع چندین وکتور .	۱۸
تجزیه وکتور محصله به دو مرکبه .	۲۰
تمرینات فصل دوم	۲۱
فصل سوم : قوه	۲۵
واحد قوه .	۲۶
نمایش قوه .	۲۸
قوای متلاقی .	۲۹
مفهوم قوهٔ محصله .	۲۹
دریافت محصلهٔ قوه‌های متلاقی .	۳۰
قاعده .	۳۲
محاسبه الجبری محصلهٔ دو قوهٔ متلاقی .	۳۲
محصلهٔ چندین قوای کمنی .	۳۵

عنوان	
تجزیهٔ یک قوه به دو مرکبه .	۳۵
تجربه .	۳۶
قوهٔ اصطکاک .	۳۷
اصطکاک بین اجسام جامد .	۳۷
اصطکاک در حیات روزمره .	۳۹
مومنت قوه .	۴۰
واحد مومنت .	۴۱
تجربه اول .	۴۱
تجربه دوم .	۴۲
جهت دوران .	۴۴
تاثیر مومنت .	۴۴
مرکز ثقل .	۴۵
تجربه .	۴۵
دریافت مرکز ثقل .	۴۷
مرکز ثقل اشکال هندسی	۴۸
مرکز ثقل ذوذنقه .	۴۸
تعادل .	۴۹
اقسام تعادل .	۴۹
تعادل اجسام متکی بر یک سطح .	۵۱
	۵۱

عنوان

تمرینات فصل سوم . ۵۳

فصل چهارم : کار ، توان و انرژی .

کار . ۵۷

فورمول عمومی کار . ۵۷

واحدات کار . ۵۹

واحدات عملی کار . ۶۰

توان . ۶۰

واحدات توان . ۶۱

واحدات عملی توان ۶۱

انرژی . ۶۳

انرژی میخانیکی . (انرژی حرکی و پوتنشیل) ۶۴

تمرینات فصل چهارم . ۶۶

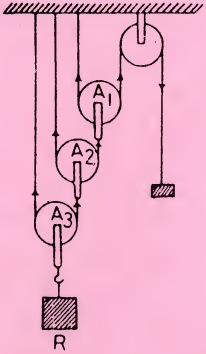
فصل پنجم : ماشین های ساده . ۷۰

رافعه ها . ۷۱

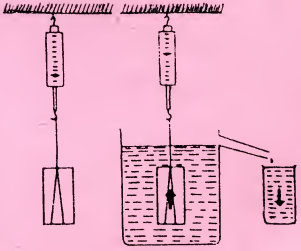
موازنه قوه ها در سیستم رافعه ها . ۷۱

فایدهٔ میخانیکی . ۷۳

اقسام رافعه . ۷۴



فزیک



برای صنف دهم

عبدالرشید

پشاور، جوزا ۱۳۶۷

عنوان

استفاده از رافعه ها در تکنیک و زندگی روزمره . ۷۵
تمرینات . ۷۶
پولی (چرخ) . ۷۸
فایدهٔ میخانیکی . ۸۰
تساوی کار . ۸۱
ثمرهٔ ماشین . ۸۱
نسبت سرعت . ۸۱
ثمره از جنس فایدهٔ میخانیکی و نسبت سرعت . ۸۲
سیستم چرخهای مرکب . ۸۲
چرخهای که دارای ریسمان واحد اند . ۸۲
فایدهٔ میخانیکی . ۸۳
ثمره . ۸۳
نسبت سرعت . ۸۴
چرخهای که دارای ریسمان های متعدد می باشند . ۸۴
سطح مایل . ۸۶
تساوی کار . ۸۷
چرخ چاه و محور . ۸۸
فانه . ۸۹
پیچ . ۸۹
جک پیچی . ۹۰

عنوان	
تمرینات فصل پنجم .	۹۱
فصل ششم : ترازو .	
مقدمه .	۹۵
توزین ساده .	۹۶
توزین مضاعف .	۹۶
حساسیت ترازو .	۹۷
شرایط حساسیت .	۹۷
کثافت	۹۸
محاسبهٔ کتله و حجم جسم از روی کثافت .	۱۰۱
کثافت نسبی .	۱۰۱
واحدات کثافت .	۱۰۲
تعین کثافت اجسام .	۱۰۳
تعین کثافت مایعات .	۱۰۴
کثافت هوا .	۱۰۴
تمرینات فصل ششم .	۱۰۵
فصل هفتم : فشار .	۱۰۹
فشار مایعات .	۱۱۱

عنوان

فشار مایعات	۱۱۱
فشار مایعات به تمام جوانب صورت میگیرد .	۱۱۲
محاسبه فشار در مایعات .	۱۱۲
ماشین هائیدرولیک یا قانون پاسکال .	۱۱۳
تمرینات	۱۱۵
فشار اتموسفیر .	۱۱۷
بارومتر سیمابی	۱۱۸
فشار ستاندرد اتموسفیر .	۱۱۹
بارومتر آبی .	۱۲۰
مورد استعمال فشار اتموسفیر .	۱۲۰
مقایسهٔ کثافت مایعات .	۱۲۱
تمرینات	۱۲۱
قوانین ارشمیدس و شناوری اجسام .	۱۲۳
قانون ارشمیدس .	۱۲۳
اندازه نمودن کثافت نسبی جامدات	۱۲۵
اندازه نمودن کثافت نسبی یک مایع .	۱۲۵
تمرینات فصل هفتم .	۱۲۶

عنوان

فصل هشتم : حرارت :

مقدمه راجع به حرارت . ۱۲۸

حرارت چیست . ۱۲۹

اثرات حرارت . ۱۳۰

تولید حرارت . ۱۳۱

حرارت نوعی از انرژی است . ۱۳۱

ماهیت حرارت . ۱۳۱

درجه حرارت . ۱۳۲

ترمامتر سلیزیوس (سانتی گرید) . ۱۳۲

ترمامتر فارنهایت ۱۳۳

رابطه بین درجات سانتی گرید و فارنهایت . ۱۳۴

صفر مطلق و درجهٔ کالوین ۱۳۵

ترمامتر طبی . ۱۳۶

مایعات داخل ترمامتر . ۱۳۶

تمرینات . ۱۳۸

انتقال حرارت . ۱۴۰

هدایت حرارت . ۱۴۲

جریان حرارت . ۱۴۲

فهرست

عنوان	
تشعشع .	۱۴۴
مفهوم مقدار حرارت .	۱۴۵
مقدار حرارت .	۱۴۵
کالوری متر	۱۴۶
تعیین حرارت مخصوصهٔ جامدات .	۱۴۷
تعیین حرارت مخصوصهٔ مایعات .	۱۴۹
تمرینات .	۱۵۰
فصل نهم ، تبدیل حالت سه گانه و انبساط اجسام .	۱۵۳
ذوب .	۱۵۴
قوانین ذوب .	۱۵۵
نقطهٔ انجماد	۱۵۶
تبخیر .	۱۵۷
غلیان .	۱۵۷
مبیعان یا تراکم	۱۵۸
انبساط اجسام	۱۵۸
انبساط طولی	۱۶۰

عنوان	
انبساط سطحی .	۱۶۱
انبساط حجمی	۱۶۳
انبساط مایعات	۱۶۴
ضریب انبساط حقیقی مایعات .	۱۶۵
تمرینات فصل نهم .	۱۶۶

عبدالرشید

فزیک

برای صنف دهم

مرکز انکشاف تعلیم و تربیه برای افغانها

آی . آر . سی

پشاور ۱۳۶۷

ABDUL RASHID

PHYSICS

For 10th Grade

INTERNATIONAL RESCUE COMMITTEE
Development Center For Afghan
Education

D.C.A.E. Publication
Peshawar

May 1988-

این نشریه مخصوص مستقلان مهاجر و مجاهد سربکف راه آزادی افغانستان عزیز بوده و طور رایگان به دسترس شان قرار می گیرد . لذا خرید و فروش آن ممنوع است . حق چاپ مربوط مرکز انکشافی تعلیم و تربیه افغانها بوده و چاپ آن به اجازه مرکز مذکور صورت خواهد گرفت .

پیشگفتار

مدت چندین سال میشود که مؤسسه خیریه ای، آر، سی خدمات صحی را برای مهاجرین افغان در پاکستان انجام میدهد بنابر نیازمندی های روز افزون تعلیم وتربیه تنظیم های جهادی، مؤسسات مختلف خیریه و حکومت پاکستان سعی ورزیده اند تا پیشبرد یک سلسله خدمات مثمر تعلیم وتربیه را برای اولاد معصوم مهاجرین و مجاهدین افغان عهده دار شوند.

مؤسسهٔ خیریه آی، آر، سی نیز به نوبه خود در اوایل ۱۹۸۵ تصمیم گرفت تا در پهلوی خدمات صحی خدمات لازم تعلیم و تربیه را بخاطر ارتقاء سطح دانش اولاد مهاجرین و مجاهدین افغان تقدیم دارد بعد از انجام یک سلسله تحقیقات و مشوره ها با دانشوران و استادان افغانی چنین نتیجه بدست آمد که بمیان آوردن یک مرکز تعلیمی وتربیوی برای استادان لیسه ها و مکاتب متوسطه و تحریر کتب درسی برای صنوف هفتم و بالاتر از آن اشد ضرورت میباشد.

هدف این مؤسسه عبارت از کمک به اولاد افغان بدون با در نظر داشت هر نوع تبعیض بوده مؤسسه سعی می ورزد تا پالیسی بیطرفانه خود را در مسایل سیاسی و تنظیمی حفظ کرده بصورت مساویانه مصدر خدمات برای تمام تنظیم ها و مهاجرین افغان گردد.

در پهلوی مشکلات دیگر تعلیمی عدم موجودیت کتاب های درسی خاصتاً در صنوف عالی یکی از پرابلم های عمده بوده که دامن گیر مکاتب مهاجرین افغان میباشد. چون مؤسسه در بخش مضامین ساینس و ریاضی استادان ورزیده و تسهیلات لازم داشته لذا تصمیم اتخاذ گردید تا کتابهای ریاضی و ساینس را برای صنف هفت و بالاتر از آن با در نظر داشت شرایط حساس جهاد و زندگی مهاجرین تحت رهنمای های دین مقدس اسلام و حفظ اساسات اصیل کلتور افغانی تحریر کرده و بعد از ارزیابی و اصلاحات لازم ذریعهٔ استادان لیسه های مختلف و دانشوران افغانی و کمشنری افغان کتابها چاپ شده و بطور رایگان به دسترس متعلمین و استادان مکاتب مهاجرین از طریق مؤسسات مربوطه آنها گذاشته شود. امید است که خوانندگان محترم از روی همکاری نظریات مفید و ثمر بخش شان را به مؤسسه تعلیم وتربیه آی، آر، سی اطلاع دهند به امید موفقیت و همکاری های بیشتر شان

وَمِنَ اللّٰهِ التَّوفِیق

اداره